

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

**Estudio del poder fertilizante de una turba sometida a
diferentes tratamientos químicos**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Ramón García de las Heras

Madrid, 2015

BIBLIOTECA UCM



5304819224

T. 553.97

GAR

est

UNIVERSIDAD DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESTUDIO DEL PODER FERTILIZANTE
DE UNA TURBA SOMETIDA A DIFEREN-
TES TRATAMIENTOS QUÍMICOS.



R.- 19.675

Memoria presentada por D. Ramón
García de las Heras para aspirar
al título de Doctor en Ciencias
Biológicas.

Madrid 1.977

I N D I C E

j) Preparación de productos orgánico-minerales	62
k) Estudio analítico de los productos orgánico-minerales preparados	65
APLICACION COMO FERTILIZANTES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS	71
1) Estudio de la influencia del humus sobre el crecimiento de plantitas de lechuga	71
2) Experimento de invernadero	76
Influencia de los distintos tratamientos sobre la - parte aérea de la planta de lechuga	80
a) Sobre el peso de la parte aérea fresca	80
b) Sobre el peso de la parte aérea desecada	85
c) Sobre el contenido de humedad	87
d) Sobre la composición mineral de la parte aérea ..	89
Influencia de los distintos tratamientos sobre la exportación y alimentación mineral de la parte aérea .	95
a) Influencia sobre la exportación mineral de macronutrientes	96
b) Influencia sobre la alimentación mineral de macronutrientes	98
c) Influencia sobre la exportación y alimentación de oligoelementos	99
Influencia de los distintos tratamientos sobre el peso de la raíz de la planta de lechuga	99
a) Sobre la raíz fresca	99
b) Sobre la raíz desecada	103
c) Sobre el contenido de humedad de la raíz	103
Acción de los distintos tratamientos sobre el peso y contenido de humedad de la planta de lechuga	104
- Estudio de la influencia de un abonado orgánico de turba sobre el desarrollo de la planta de lechuga.	107

- Acción de los productos orgánico-minerales sobre el desarrollo de la planta de lechuga	114
- Acción de una fertilización compuesta por 1/2 Fertilización mineral + 1/2 Producto orgánico-mineral sobre el desarrollo de la planta de lechuga..	120
- Estudio de la influencia de un abonado orgánico - de turbas y una fertilización mineral sobre el -- desarrollo de la planta de lechuga	127
DISCUSION	134
a) Estudio de la acción de los diferentes reactivos sobre la turba	134
b) Elección de los tratamientos mas adecuados	141
c) Enriquecimiento con N, P, K, de los productos orgánicos obtenidos	145
d) Diferentes acciones del humus sobre el desarrollo de plantitas de lechuga	146
e) Resultados de la aplicación en el cultivo de la lechuga, de los diferentes productos orgánicos - derivados de la turba	148
f) Variaciones producidas por la turba sometida a los distintos tratamientos en el desarrollo de las plantas de lechuga cultivadas en suelo con fertilización mineral adecuada	154
CONCLUSIONES	162
Cálculo estadístico	165
BIBLIOGRAFIA	169

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION

La materia orgánica del suelo junto a los nutrientes del mismo, son dos de los factores fundamentales para el desarrollo de las plantas.

La influencia de la materia orgánica sobre el desarrollo vegetal, tiene lugar mediante tres acciones específicas y claramente definidas:

- Una acción física
- Una acción química
- Una acción fisiológica

Mediante su acción física, la materia orgánica actúa sobre el suelo, estabilizando los agregados del mismo, dando lugar en consecuencia a suelos con mejor estructura, aireación y drenaje.

En estos suelos las raíces de las plantas se desarrollan con mas facilidad, con lo que sus sistemas radiculares son de mayor longitud, y de esta forma la planta explora zonas mas amplias del suelo y, como consecuencia, pueden absorber mayores cantidades de nutrientes, con el consiguiente aumento del desarrollo vegetal.

La acción química de la materia orgánica radica fundamentalmente en dos efectos: 1º) Modifica el pH del suelo, poniendo a disposición de las plantas ciertos elementos nutritivos cuya asimilabilidad depende del pH del mismo. 2º) Suministra a las plantas cantidades variables de nitrógeno, fósforo y microelementos.

Por otra parte, también la materia orgánica posee una acción físico-química, que se manifiesta por un efecto amortiguador sobre el pH del suelo, así como por el aumento de la capacidad de cambio iónico del mismo.

También la materia orgánica presenta un efecto sobre la fisiología de la planta influyendo en sus procesos metabólicos, tanto en los respiratorios como en los de síntesis. Así se ha podido comprobar como las sustancias húmicas influyen sobre el metabolismo de los hidratos de carbono promoviendo la acumulación de azúcares solubles (31) (35) y sobre el proceso de la fosforilación oxidativa interrumpiéndolo e induciendo a continuación un intenso proceso de síntesis (32) (113). También se ha podido comprobar que las sustancias húmicas facilitan la absorción de hierro por las plantas (28) (48) (117) y favorecen la translocación de este elemento a las hojas -- previniendo la clorosis (20).

Ultimamente se ha puesto de manifiesto, por algunos autores (Schnitzer (116), Odonnell (89)), el efecto auxínico que presentan las sustancias húmicas al ser aplicadas en un test de crecimiento de raíces.

Vamos a realizar a continuación, un estudio bibliográfico sobre el empleo de la turba y de las sustancias húmicas de ella extraídas, desde el punto de vista de su aplicación como fertilizante y de su posible influencia sobre el desarrollo vegetal.

Empleo de la turba natural

El empleo de la turba como abono orgánico es muy común, pues aunque unas turbas difieren de otras en su comportamiento al ser aplicadas al suelo, siempre aportan algún beneficio en las propiedades físicas, químicas o biológicas del mismo.

Waksman y Stevens (136) (137) hacen un estudio químico-biológico de la turba con el fin de definir sus propiedades para su posterior aplicación al suelo.

Al estudiar los efectos de la turba sobre el - suelo Trishin (128) observa que al añadir turba a suelos arcillosos pesados, se incrementa el potencial redox de los mismos, como consecuencia de una notable mejora en - sus propiedades físicas.

Brune (9) observa que la aplicación de la turba tipo "lowmoor", puede ser rentable en ocasiones para las plantaciones arbóreas en suelos muy arenosos, pero - no lo es para las prácticas normales en suelos agrícolas.

Bakhulin (5) aplicando una turba similar a la anterior, realizó unos experimentos llegando a la conclusión de que su efecto principal es aportar nutrientes minerales y ejercer un poder neutralizante en los suelos.

También se han llevado a cabo experimentos para estudiar el poder fertilizante de diversos tipos de - turba.

Hurwitz (56) ensaya en macetas con turba de la go, y encuentra que ésta incrementa los rendimientos de varias plantas, aún siendo menos efectiva que el estiér-col, sobre todo en suelos arenosos.

Avram y col. (2) comparan una turba eutrófica con un estiercol llegando a la misma conclusión que --- Hurwitz.

Kivinen y Kaila (63) trabajan con ocho turbas diferentes y se definen por una de ellas mezcla de Sphagnum y juncia (Sphagnum sedge).

Griskhumy Usynina (46) llegan en sus investigagaciones incluso a diferenciar calidades de una turba áci-da, de acuerdo con la distribución de las capas del yacimiento, llegando a la conclusión que las capas bajas son mas aconsejables para su empleo que las altas.

Voznyuk y Novikova (133) estudian el grado de humificación de cinco turbas distintas, indicando que la

asimilabilidad del nitrógeno es menor cuanto mayor es la humificación.

Estudiando la influencia de la turba sobre los vegetales, Kurbatov (72) comprueba que la presencia de turba ejerce una influencia positiva en el desarrollo radicular, junto con un incremento de la actividad biológica del suelo.

Steinbrenner (123) observa que al añadir turba de tipo "lowmoor" al suelo el contenido microbiano de ésta aumenta considerablemente.

Kudryachef (68) concluye que cantidades de turba entre cien y trescientas toneladas por hectárea elevan de forma notable la producción de diversas plantas y la actividad enzimática del suelo a que se adicionan.

En el mismo sentido Gallardo-Lara y col. (40) (41) al añadir al suelo diversos compost de turba, observan que alguno de ellos incrementa de forma notable la actividad microbiana en general.

Cierto número de investigadores muestran reservas en la aplicación de determinadas turbas en suelos -- agrícolas así, Maksimov y Grudzinski (78) y, Kaplunova y Myachina (58) no consiguen ningún beneficio al fertilizar con turba natural, y sí, en cambio, cuando a esta se le aplica amoniaco, debido indudablemente a la gran cantidad de nitrógeno aportado al suelo.

Hewitt (53) obtiene resultados negativos al experimentar con turba excesivamente ácida.

Modificaciones introducidas en la turba a fin de mejorar sus propiedades fertilizantes.

Con el fin de corregir los inconvenientes que tienen lugar por la aplicación de cierto tipo de turbas,

así como para incrementar el poder fertilizante de las mismas, han aparecido toda una serie de tratamientos encaminados a ese fin.

Tratamientos químicos

Un tratamiento muy generalizado, sobre todo -- cuando la turba es ácida, consiste en tratarla, y en ocasiones saturarla, con amoníaco, para incrementar su contenido en nitrógeno. Este tratamiento le han realizado -- entre otros: Vyshinskii y Zakirkova (136); Dragunov (25); Chekalov y col. (15); Preininger (101).

Kupriyanov y col. (71) y Nikishkina (87) añaden junto con el amoníaco un aporte de fósforo obteniendo así un preparado que llaman "humoammophos". Dicho tratamiento trae como consecuencia una mayor estabilidad -- del nitrógeno.

Galushka (39) añade superfosfato al tiempo que suministra nitrógeno amoniacal por medio de subproductos que lo contienen.

Morgunov y Trunina (83) introducen potasio además de fósforo añadiendo posteriormente determinadas cantidades de amoníaco líquido.

Vlasov y Mikhailova (132) preparan fertilizantes de dos tipos: por una parte añaden amoníaco a ácidos húmicos, y por otra le añaden a carbón (lignito, turba). Obtienen así dos productos que al aplicarlos a un terreno observan que se incrementa la acidez del suelo y se intensifica la movilidad del manganeso y del zinc en dicho suelo. También se produce un incremento de estos elementos en trigo y maíz. La aplicación de estos abonos hace que se incremente el contenido de clorofila en las hojas de maíz.

Pozin y col. (99) someten la turba a una corriente de aire y óxidos de nitrógeno, previamente a su tratamiento con hidróxido amónico, y de esta forma el contenido final en nitrógeno llega a alcanzar un 11%.

Nigro (85) trabajando con lignitos y turbas italianas llega a la conclusión de que para una buena fijación de nitrógeno es necesario un pretratamiento con ácido nítrico a temperatura de ebullición. La subsiguiente reacción con amoniaco ocurre por el contrario tanto en ebullición como en frío. Este mismo autor (86) en estudios posteriores observa que los mejores resultados para la fijación de nitrógeno tienen lugar utilizando un pretratamiento con una mezcla de ácidos nítrico y sulfúrico en lugar de solamente ácido nítrico.

Yarchuk y col. (138) preparan abonos orgánico-minerales mezclando cuidadosamente turba, lodo y fertilizantes minerales y disponiendo la mezcla de manera que se crearan unas condiciones óptimas para la actividad de la microflora, la activación del proceso de humificación y la mineralización de los nutrientes (montones especiales con una gran superficie). Realizan varios experimentos y observan que la aplicación de fertilizantes húmicos sobrepasa en efectividad al abonado mineral equivalente.

En la aplicación de fertilizantes húmicos a maíz para forraje, el rendimiento se incrementa en un 17% en comparación con el abonado inorgánico equivalente, en patatas en un 20% y en trigo de invierno en un 27% con respecto a la media de tres años.

Tishkovich (136) hace reaccionar vapores amoniacales con turba y Morgunov y col. (82) sobre la mezcla de ésta con sulfatos, fosfatos y microelementos. Otros autores hacen que esta reacción se realice en caliente,

así Pascal y col. (93) lo hacen calentando a 150° C y 50 atmósferas de presión. Saito y col. (108) a 200° C. Ganz y Muntyan (42) utilizan una mezcla de amoniaco y anhídrido carbónico.

Burge y Broadbent (11) demuestran que la fijación de amoniaco en varios suelos orgánicos con diferente contenido en carbono, estaba en correlación lineal -- con el porcentaje de este. En presencia de oxígeno una molécula de amoniaco era fijada por 29 átomos de carbono y en ausencia de oxígeno por 45. El tratamiento de estos suelos con amoniaco implica una disminución de su capacidad de cambio; esto es lógico puesto que el amoniaco va a bloquear alguno de los grupos responsables de esta capacidad de cambio. Ortega y col. (91) han podido observar que los compuestos nitrogenados producen una disminución de los grupos oxhidrilos de las sustancias húmicas, hecho que atribuyen a la reacción de estos grupos con -- amoniaco dando compuestos amínicos.

Schnitzer y Poapst (116) han podido observar -- que bloqueando los grupos hidroxilos de la materia orgánica con dimetilsulfato, decrece la capacidad de esta para fijar amoniaco, indicándonos que estos grupos están -- implicados en la reacción de fijación. Los grupos aldehídicos no intervienen aparentemente en la reacción de fijación del amoniaco.

Tratamientos parecidos son los llevados a cabo con diversas sustancias básicas con el doble propósito -- de neutralizar una excesiva acidez de la turba, y a la vez aumentar su contenido en nutrientes minerales; Guyon (10) se vale de un preparado del que forman parte cianamida cálcica, escorias y sulfato potásico; Grishin y col. (45) se limitan a tratar con caliza; Shigenori (118) ---

utiliza varios compuestos de magnesio (óxido, hidróxido, carbonato y silicato). Ryonosuke (109) utiliza una mezcla de hidróxido cálcico e hidróxido magnésico, además de otras sustancias de naturaleza básica.

Compost

Los procedimientos utilizados para producir un incremento en el poder fertilizante de la turba, no quedan limitados a un enriquecimiento de ésta en sustancias minerales, sino que también es posible mezclarla con sustancias orgánicas de diferente índole dando lugar a los llamados compost de turba como medio de aprovechamiento de ésta.

Aparte de alguna excepción como Gewerrschaft - (43) que utiliza urea, se ha recurrido sobre todo a los diversos estiércoles de origen animal y a otros productos de naturaleza análoga.

En muchos países lo mas corriente es utilizar estiercol de granja variando de unos autores a otros las proporciones a emplear, así: Bireki y col. (6) y Mate y Avram (79) recomiendan la relación 1/1 (estiercol/turba)

Moiseev (81) 2/1 (estiercol/turba)

Mitelberg (80), considerando el pH de la turba, recomienda la proporción 4/1 si es alcalina y 1/1 si es ácida.

Vyshinskii (134) 2/1 ó 4/1 en verano y 1/1 en invierno.

En la mayoría de los casos estos tratamientos aumentan, el poder fertilizante de la turba tras la correspondiente fermentación, dotando al compost de una -- eficacia semejante o superior a la del propio estiercol. Si a esta superior eficacia unimos el bajo costo y sim-

plicidad del proceso, a veces reducido a la cotidiana - aplicación de una pequeña capa de turba sobre estiercol fresco (Rahue y Koepke (107), se comprenden lo útiles - que resultan estos procedimientos para un mejor aprovechamiento de la turba.

En ocasiones se utiliza, además del estiercol, otras sustancias orgánicas o minerales, comunicando una mayor complejidad al proceso; así Vasknil y Manorik (139) introducen fosforita además de estiercol; Farkasdi (30) obtiene un preparado al que llama "Biosuper" haciendo reaccionar un 79% de turba adicionada de estiercol con un 20% de superfosfato y un 1% de melaza; Zyuzin y Savenko (140) añaden a la mezcla de turba y estiercol, nitrógeno, fósforo y potasio en proporción 1:1:1; Maciak (75) (76) asocia estiercol y altramuz a la turba, observando un -- efecto beneficioso ya que estos materiales impiden las -- pérdidas de nitrógeno; Zalys (139) fábrica un compost en el que junto al estiercol y altramuz amarillo pone hojas de patata, diversas cenizas y óxido cálcico.

En la preparación de compost de turba se utilizan también otras sustancias distintas del estiercol, re curriéndose muy frecuentemente a los abonados verdes: Rydalevskaya y Nicolaeva (108) trabajan con una turba ácida a la que añaden un 10% de alfalfa, tratando a continuación con caliza hasta llevar a pH 6,5 y Kropisz (67) utiliza una mezcla verde constituida por veza, guisante y avena. Todos estos aditivos incrementan el desarrollo microbiano provocando pérdidas de materia orgánica y nitrógeno. Moxham (84) con la misma finalidad agrega a la turba, soja, algas marinas, sangre seca, calizas, azufre y otras sustancias, llevando a cabo una fermentación en condiciones anaerobicas..

Gallardo-Lara (40) (41) utilizan paja en lugar de estiercol.

Perin (94) utiliza basura en lugar de estiercol.

Tratamientos físicos

Tratando de aumentar el valor fertilizante de la turba, se recurre también a tratamientos mecánicos y físicos. Con los tratamientos mecánicos se obtienen granulados; lo normal es adicionar a la turba húmeda diversas sales minerales, Shizunori (119), Palmer y Wilson -- (92) añaden además de sustancias orgánicas como la urea y Ryasshentsev y col. (107) agregan urotropina obteniendo granulados que se desecan hasta un grado de humedad adecuado. Puede ocurrir que la masa húmeda antes de ser granulada, se someta a una compresión, Gordon (44), o -- que primeramente sea desecada y después comprimida, dando lugar de este modo a tabletas muy útiles en el abonado por el poco espacio que ocupan. Las tabletas toman fácilmente el agua aumentando su volumen 5 ó 6 veces, Tree (127).

En estos tratamientos se persigue el aprovechamiento de las propiedades cementantes de la turba húmeda, procurando asociarle diversos materiales que compensen las deficiencias que lleva consigo su naturaleza orgánica, originando así complejos fertilizantes de alta estabilidad.

Strygin y Rubilina (124) realizan un tratamiento físico a base de calor por aplicación directa, indicando que la turba después de calentada es un material mas asequible a los microorganismos.

Maevskaya y col. (77) logran aumentar el nitrógeno asimilable de una turba consiguiendo los mejores resultados a 105° C con un 50% de humedad, ya que simultá-

neamente aumenta el fósforo soluble.

Chroboczek y Maksimov (16) emplean calor a través de vapor de agua mejorando las propiedades fertilizantes de una turba, ya que consiguen aumentar la disponibilidad de macro y micronutrientes, observando también que la actividad microbiana aumenta rápidamente después de una disminución inicial.

Maciak (75) indica que la turba expuesta al calor muestra una degradación mas rápida que la no tratada y considera conveniente este procedimiento para su aplicación.

Utilización de humatos

Actualmente se tiende a la obtención de abonos orgánicos específicos siendo los humatos dentro de ellos, los que mayores posibilidades presentan. Por otra parte la turba representa una excelente materia prima en su fabricación. Con esta idea Burdick (10) y Kalnins (57) someten a la turba a extracciones sucesivas con solución alcalina y consiguen sustancias de este tipo, humatos altamente eficaces en su aspecto fertilizante. Dyakonova y Maksimova (29) observan que los humatos extraídos de turba muestran una influencia decisiva en el suministro de micronutrientes a la planta.

Kononova y Alexandrova (66) trabajando con avena y mijo en cultivo de arena y utilizando solución nutritiva de Bruch, llegan a la conclusión de que la adición de ácidos húmicos produce un incremento en la absorción de nitrógeno mineral por las plantas y que la adición de nitrógeno mineral estimula la absorción por las plantas de nitrógeno orgánico, corroborando así la opinión de gran número de autores.

Niklewski (88) observa como el humato sódico - tiene gran influencia en el desarrollo de la raíz de la remolacha y sobre el de diversos cereales. Su acción es menos acentuada en las leguminosas y plantas oleaginosas.

Hernando y col. (51) aplicando humato sódico a rabanitos y lechugas encuentran un efecto beneficioso sobre estas plantas.

Blanchet (7) compara por una parte el efecto - que sobre la raíz tiene el humato sódico y por otra el - efecto de la parte mineral que siempre acompaña al humato, con objeto de comprobar si el aumento de longitud de las raíces era debido al contenido mineral del humato o a acciones del mismo sobre reacciones del metabolismo de la planta, demostrando de una forma concluyente que la - parte mineral del humato sódico no manifiesta ningún efecto estimulante sobre las raíces, esto es, la pequeñísima nutrición mineral suministrada por el humato sódico no - es la que produce el mayor crecimiento de la raíz. Por - lo tanto el poder rizógeno del humato se debe atribuir a una influencia del mismo sobre diversos procesos metabólicos de la planta.

Influencia de las sustancias húmicas en la fisiología de las plantas

En los últimos años se está desarrollando una importante corriente de investigación encaminada a estudiar los efectos fisiológicos inducidos en las plantas - por las sustancias húmicas. A continuación señalaremos - los puntos de vista actuales sobre esta cuestión.

En la actualidad existen dos hipótesis sobre - la actuación de las sustancias húmicas, según la primera influyen directamente sobre los procesos metabólicos de

la planta, y según la segunda estos compuestos tienen un efecto indirecto determinando la efectividad de otros -- factores.

Se están llevando a cabo muchos experimentos a fin de esclarecer el problema de la entrada de estas sustancias húmicas dentro de las células vegetales, siendo esto de suma importancia fundamentalmente para la primera hipótesis, ya que sería imposible hablar de un efecto directo si las sustancias húmicas no penetrasen dentro de las células.

Azo y Sakai (1) introducen raíces de morera en soluciones muy diluidas de humato amónico, seguidamente trituran tejidos de varias partes de la planta y los homogeinizan. El precipitado obtenido por centrifugación -- tenía un color marrón, lo cual indicaba, según opinión -- de los autores, que el humato ha penetrado en los tejidos.

En otros experimentos introducen una parte de las raíces en una solución de humato, otra en agua destilada, y otra parte de las mismas en una solución de sal de hierro. El resultado fué que se asimilaba mas hierro por las plantas cuando se usaba humato que en el control con agua destilada, los autores deducen que el humato penetra en la planta y emigra de una parte a otra del sistema radicular, contribuyendo a una absorción mas intensa del hierro. Sabemos por un gran número de trabajos -- que los humatos facilitan la asimilación del hierro por las plantas, Dyakonova (28), Guminski y col. (48), ----- Schnitzer y Poaps (116), etc.

Prat (100) observa un movimiento lento del humato de una solución concentrada, en recipientes con vástagos de diferentes especies de plantas. Se puede ver --

como aparece un color marrón en las células de la madera y en las paredes celulares del parénquima.

Sumergiendo las raíces de las plantas en una solución de compuestos húmicos que contenían carbono marcado, o por rociado de las hojas con estos compuestos, - Prat observa que hay un movimiento del carbono marcado - de la raíz a las hojas o de unas hojas a otras. El movimiento era considerablemente mas alto cuando se usaban - ácidos fúlvicos que cuando se utilizaba humato, aunque - los resultados no eran claros.

De manera similar Vaughan y col. (131) observan la absorción de humato con carbono radiactivo en cortes de tubérculo de patata.

Rypacek (106) trabajando con ácidos húmicos, - observa la influencia de estos en la plasmólisis y deplasmolisis, inducida por soluciones hipertónicas e hipotónicas de sustancias osmóticamente activas. Estos hechos también revelan la posibilidad de que los compuestos húmicos penetren al menos en las capas mas externas del protoplasma.

Badurowa y col. (4) demuestra que el humato -- elimina el efecto inhibitorio de los bicarbonatos en la asimilación del hierro por las plantas, hecho que puede ser explicado por la penetración de complejos hierro-humus dentro de la planta. Se llegó a esta conclusión por comparación de estos datos con los resultados de los experimentos de Hill-Gottinhan y Lloyd-Jones (54) quienes encuentran que el hierro sólo puede ser asimilado en forma de compuestos complejos cuando hay presente bicarbonato.

Estos trabajos indudablemente tratan de demostrar el hecho de que las sustancias húmicas puedan pene-

trar en las células vegetales vivas, pero esta interpretación da lugar a algunas dudas, como puede ser el hecho de que sean los compuestos de pequeño peso molecular, -- que acompañan a las sustancias húmicas, los que penetren en la planta y no éstas últimas.

También surgen dudas de esta naturaleza en los experimentos con sustancias húmicas marcadas con carbono radioactivo llevados a cabo por Prat (100) y Vaughan -- (131), ya que estas sustancias húmicas extraídas de un -- compost, pueden ir acompañadas de compuestos orgánicos -- de pequeño peso molecular que penetrarían con mas facilidad en la planta.

Fuhr y Sauerbeck (38) demuestran utilizando sustancias húmicas marcadas con carbono radioactivo, que solamente las fracciones de pequeño peso molecular de estas sustancias húmicas, migran al interior de los vástagos -- de las plantas utilizadas en el experimento, y que las -- sustancias de alto peso molecular son absorbidas en la -- superficie de las raíces. Por tanto solamente las partes de bajo peso molecular de la materia orgánica del suelo parecen afectar al incremento de peso seco de los vástagos por su participación en los procesos metabólicos.

El problema de la penetración en las plantas -- de las sustancias húmicas no está definitivamente resuelto. Es posible admitir que entran en las células sustancias de pequeño peso molecular, las cuales pueden, de hecho, ser definidas como verdaderas sustancias húmicas, -- similares a compuestos de bajo peso molecular en su naturaleza química, y que ó bien son formas originales de las sustancias húmicas o productos de su descomposición.

Flaig (31) (35) llega a la conclusión de que -- las sustancias húmicas, una vez que han penetrado en la

53048 19224

planta, alteran el metabolismo de los hidratos de carbono por lo que promueven la acumulación de azúcares solubles, lo cual incrementa la presión osmótica en el interior de las plantas y trae como consecuencia una mayor resistencia al marchitamiento bajo condiciones de humedad baja.

También Flaig (32) (113) utilizando sustancias "prohúmicas" como fuente de fenoles y quinonas y estudiando su efecto sobre la fisiología de la planta, ha emitido una última hipótesis, explicando la naturaleza de la estimulación por las sustancias húmicas del crecimiento de la planta, por una parcial interrupción de la fosforilación oxidativa seguida de un intenso proceso de síntesis.

Khristeva (59) (62) tiene un punto de vista similar al de Flaig si bien se diferencia en algunos detalles. De acuerdo con ella, la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos se intensifica bajo la acción de las sustancias húmicas, lo que trae como consecuencia que estas sustancias ejerzan una estimulación sobre el crecimiento de las plantas.

Esto es, mientras Flaig explica la naturaleza de la estimulación del crecimiento de las plantas por una interrupción parcial de la fosforilación oxidativa seguida de una intensificación de los procesos de síntesis, Khristeva atribuye este hecho a una síntesis de proteínas y ácidos nucleicos ligado a una formación mas activa de ATP. Flaig llega a sus conclusiones con experimentos químicos utilizando compuestos individuales de pequeño peso molecular (fundamentalmente timohidroquinona), mientras que Khristeva basa su teoria en experimentos fisiológicos usando compuestos naturales de humus.

Cincerova (17) (18) haciendo crecer plantas de semillero en agua destilada, nota que el humato causa -- una disminución de azúcares libres en los tejidos, y que a la vez hay una estimulación del crecimiento de la planta; este fenómeno no se observa en cultivos con solución nutritiva. También observa que el humato estimula la actividad de la glutamilalanina transaminasa de las raíces de trigo cultivado en agua destilada.

Pokorna y col. (98) han establecido que las -- plántulas de trigo creciendo en agua destilada, reaccionan al añadir humato sódico al agua intensificando la -- respiración, los autores suponen que el humato ha causado un incremento en la glicolisis.

Vaughan (130) (131) observa que ácidos húmicos de diversos orígenes estimulan la actividad de la invertasa en los cortes de raíces de remolacha azucarera, y -- que la actividad de los compuestos húmicos sintéticamente obtenidos dependía de la naturaleza de las sustancias fenólicas originales.

Scheffer y col. (112) y Lisanti y Ziechmann (74) observan la influencia de las sustancias húmicas en la -- actividad de la fosfokinasa ácida y alcalina.

Sladky (120) observa que las sustancias húmicas tienen un efecto significativo en la absorción de oxígeno por las hojas y en la síntesis de clorofila.

Khristeva y Lukyanenko (60) establecen la in--fluencia de los ácidos húmicos en la actividad de la peroxidasa.

Dixit y Kishose (22) señalan la influencia del ácido húmico en la germinación de semillas, absorción de nutrientes y grado de crecimiento.

De Kock (20) afirma que el ácido húmico promueve la traslocación del hierro a las hojas previniendo -- así la clorosis. En el mismo sentido Guminski y col. (48) y Czerwinski (19) utilizan cultivos hidropónicos tratando de explicar el efecto del humato por medios indirectos. Guminski señala que el humato protege a las plantas de la clorosis en cultivos hidropónicos no aireados y -- las capacita para desarrollarse prácticamente igual que en cultivos aireados.

Puesto que está demostrado que las raíces de -- las plantas liberan en presencia de humatos, mas anhídrido carbónico y como consecuencia menos oxígeno, Flaig -- (34) lanzó una hipótesis en el sentido de que el humato actúa sobre los procesos respiratorios cuando hay deficiencia de oxígeno, jugando el papel de aceptor de hidrógeno. Experimentos con cultivos hidropónicos han revelado sin embargo, que es el hierro y no el oxígeno el factor limitante en el desarrollo de la planta en soluciones no aireadas, y que el efecto beneficioso del humato sódico está basado en el hecho de que la precipitación -- del fosfato de hierro está parcialmente impedida, facilitándose la asimilación de este elemento (Guminski y col. (48)).

Las plantas asimilan hierro rápidamente de los complejos de humus como fué demostrado por Dyakonova (28). Ahora bien, esto no altera el hecho de que los humatos intervengan en la respiración de las plantas. Este efecto ha sido observado por Guminski (48), Khristeva (59), Smivoda (121), Flaig y Saalbach (34) y otros.

Estudiando el efecto estimulante del humato en la fermentación alcohólica de la levadura, Badura (3) sugiere que este efecto podría ser debido a la acción pro-

tectora del humato cuando el pH del medio es desfavorable y cuando hay una concentración muy grande de cationes metálicos pesados.

Esta acción protectora radica no tanto en la propiedad tampón del humato como en la regulación consiguiente de la asimilación de los cationes metálicos.

En estudios llevados a cabo por Kyst y Tatkovkaya (73) sobre estimulación del crecimiento del alga -- "*Scenedesmus quadricauda*" y simbiosis del trébol con *Rhizobium*, también demuestran que la influencia del humato en este caso radica en la formación de complejos con cationes bi y trivalentes, que son beneficiosos para la nutrición de las plantas. Este hecho está relacionado fundamentalmente con el hierro.

Convenía aclarar si los efectos anteriores serían los mismos en líneas generales si se aplicasen humatos naturales o humatos sintéticos obtenidos de azúcares o de parabenzoquinona, lo cual se consiguió mediante estudios especiales llevados a cabo con el propósito de establecer una correlación entre las propiedades físicas y físico-químicas de los compuestos húmicos y su actividad fisiológica.

Como ya sabemos Flaig ha utilizado compuestos sintéticos de tipo polifenol o quinona de características químicas perfectamente conocidas. En el caso de los compuestos húmicos naturales fué necesario, sin embargo, acudir a métodos indirectos. Por ejemplo, una comparación de humatos naturales, su contenido en cenizas y modelos de tipo sintético, así como una comparación de la efectividad del humato con la actividad del versanato -- (factor quelante), hizo posible establecer el hecho de -- que bajo las condiciones experimentales descritas, las sustancias húmicas por ellas mismas son activas de la --

misma manera que otras sustancias orgánicas e inorgánicas no presentes en su moléculas (3), (48) y (131).

La importancia de los complejos de hierro indujo a Guminski y Guminska (48) a realizar estudios para determinar la relación entre la efectividad fisiológica del humato y sus fracciones individuales obtenidas en una columna cromatográfica utilizando diferentes solventes. Observan que la fracción de humato que no fué absorbida en la columna resultó la mas efectiva.

Schnitzer y Poaps (116) al estudiar los efectos directos ejercidos por las sustancias húmicas de pequeño peso molecular tales como los ácidos fúlvicos, observan que la formación de raíces en segmentos de tallo de guisante se incrementa en un 300% cuando se administran de 3.000 a 6.000 ppm de ácido fúlvico extraído del horizonte B_h de un podzol.

Al bloquear los grupos carboxílicos y fenólicos de los ácidos fúlvicos y aplicarlos al test de iniciación de raíces, llegan a la conclusión de que ambos tipos de grupos funcionales en los ácidos fúlvicos están involucrados conjuntamente en las reacciones de las cuales resulta un incremento en la iniciación de raíces.

Una explicación posible de estos resultados experimentales radica en la facilidad de los ácidos fúlvicos para formar complejos estables con los iones metálicos di y trivalentes. Así, es posible que los ácidos fúlvicos puedan ayudar en el movimiento de los iones metálicos los cuales solamente pueden ser transportados con dificultad dentro de la planta.

Se conoce poco sobre el efecto que sobre las plantas ejercen altas concentraciones de sustancias húmicas (1.000 ppm o mas) aplicadas durante pequeños periodos

de tiempo. La prolífica iniciación de raíces resultante de la aplicación de concentraciones de ácidos fúlvicos comprendidas entre 3.000 y 6.000 ppm (116), sugieren que se podrían alterar otros aspectos del desarrollo morfológico de una planta. Poaps y col. (95) estudian el efecto del ácido fúlvico en el crecimiento del tallo de guisante en presencia o ausencia de IAA (ácido indolacético) y GA_3 (ácido giberelico). Concentraciones de ácido fúlvico por encima de 4.000 ppm inhibían la elongación del tallo de guisante en presencia o ausencia del IAA añadido. Concentraciones mas altas de 4.000 ppm producen reacciones tóxicas, las cuales se incrementan considerablemente a pH 4,0 y bajan para pH 7,0 ó mas altos. El ácido fúlvico bloquea la absorción de GA_3 en guisantes cuando se aplican las dos sustancias simultáneamente a las hojas, pero cuando se aplican por separado, el ácido fúlvico no afecta a la estimulación del crecimiento por AG_3 .

Freeman y Fowkes (37) trabajando con sustancias húmicas solubles en agua, extraídas de leonardita, observan los mayores efectos al aplicar estas sustancias a --ápices de raíces extirpadas.

Poaps y Schnitzer (96) investigaron con un test de iniciación de raíces, usando segmentos de tallos de judías, la posibilidad de que reguladores del crecimiento de las plantas tales como ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido naftalenoacético (NAA), ácido 3-indolacético (IAA) y el ácido fúlvico pudieran interactuar para producir respuestas aditivas o no aditivas en el enraizamiento. En la mayoría de los casos los efectos fueron --aditivos; algún sinergismo fué detectado con IAA y NAA, y algunos resultados con 2,4-D indican una tendencia an-

tagónica. Hay alguna evidencia de que el ácido fúlvico actúa de forma relativamente independiente del IAA endógeno.

Al comparar la efectividad entre el humato sódico y los ácidos fúlvicos obtenidos de dos clases diferentes de turba, en cultivo hidropónico, se llega a la conclusión de que el humato suministra hierro a la planta mucho mejor que los ácidos fúlvicos, mientras que las características de la turba son importantes solamente en lo relativo a la formación de componentes húmicos.

No hay duda de que las sustancias húmicas influyen en la asimilación y en el uso de los nutrientes minerales del medio por las plantas, actuando así en su metabolismo. En este sentido nos remitimos al esquema de De Kock (21), en el que se describe la relación entre el aporte de cationes metálicos y fosfatos a la planta, y a la excreción de ácidos orgánicos. Una disminución en la actividad de la akonitasa influye especialmente en la relación entre los ácidos cítrico y málico, y puesto que la función de la akonitasa depende en cierto grado del aporte de hierro a los tejidos, la relación entre el fósforo y hierro en estos tejidos afecta al ciclo de los ácidos tricarboxílicos y por consiguiente a la relación entre los ácidos cítrico y málico.

Estas sustancias húmicas a su vez están asociadas con la relación Ca/K en los tejidos y con la formación de aminoácidos, B-clorofila y la razón P/Fe en las hojas, lo cual fué confirmado por Badurova y col. (4).

Si admitimos que las sustancias húmicas penetran en la célula, su acción puede afectar a la estructura del plasma y participar en reacciones enzimáticas a través de sus grupos funcionales, así como en la formación de complejos con metales multivalentes. Este último

hecho puede tener el significado de una acción protectora de los inhibidores enzimáticos, así como jugar un decisivo papel en el transporte de metales en los tejidos y demás partes de la planta. Pero si admitimos que una dada fracción de las sustancias húmicas no penetra en la célula, no se conoce aún que dicha fracción sea fisiológicamente inerte, ya que como hemos señalado anteriormente (21) la asimilación de nutrientes por la planta puede estar influida por esta fracción y de esta manera puede tener una influencia decisiva en el metabolismo de la planta.



OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO

OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO

Como hemos comprobado por los trabajos bibliográficos expuestos en la introducción, la turba ejerce un conjunto de acciones sobre el suelo y sobre las plantas debidos fundamentalmente a la parte activa de la -- misma, esto es, a su fracción humificada.

El objeto de este trabajo es el estudio de los efectos que ejercen sobre la turba diferentes tratamientos químicos, encaminados a modificar esta sustancia -- orgánica tratando de hacer mas efectivas sus acciones sobre el desarrollo de las plantas.

También se han realizado otros tratamientos -- químicos sobre la turba al objeto de enriquecerla con -- nutrientes minerales. Los ensayos en este sentido se han realizado de acuerdo con la bibliografía existente sobre el tema. Nigro (86), Fokin y Sinka (36) y otros.

Se eligió la turba como material de ensayo por tratarse de un producto con un contenido muy elevado en materia orgánica (de 20 a 50 %), y que por otra parte -- posee una alta capacidad de absorción físico-química por lo que está en condiciones de preservar a los nutrientes minerales adicionados de la lixiviación y en consecuencia de la pérdida de los mismos.

Es nuestro propósito extraer las sustancias humificadas de la turba sometida a los diferentes tratamientos químicos y estudiar la influencia de estos sobre esta fracción humificada de la materia orgánica. Con este objeto se estudiarán la influencia de los tratamientos sobre la composición elemental, grupos carboxílicos y fenólicos y contenido en macro y oligoelementos del -- humus extraído de la turba sometida a la acción de los --

diferentes reactivos.

Con el fin de comprobar si las modificaciones introducidas en las sustancias humificadas tienen algún efecto sobre el desarrollo vegetal se realizará un test de crecimiento de plantitas de lechuga.

También al objeto de estudiar la posible influencia de la turba sometida a los diferentes tratamientos sobre el rendimiento, humedad, absorción de nutrientes, etc. de un cultivo se llevará a cabo un experimento utilizando un suelo y plantas de lechuga.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

MATERIALES Y METODOS

En las páginas de introducción de este trabajo hemos explicado las razones por las que se ha elegido la turba como fuente de materia orgánica para su transformación mediante tratamientos químicos así como para la preparación de productos orgánico-minerales útiles para la agricultura.

Hemos de resaltar el hecho de que la turba se encuentra en nuestro país en abundancia y podría ser -- aplicada en grandes cantidades si fuese necesario.

La turba utilizada en los experimentos llevados a cabo en la realización de este trabajo es un producto comercial proporcionado por la firma AGROTURBA la cual nos indicó que procedía de la provincia de Castellón sin indicar ningún otro dato.

TECNICAS EMPLEADAS

A) Determinación de carbono y materia orgánica

Se realizó mediante el método de Tyurin (65), que es una modificación de la determinación volumétrica del carbono orgánico del suelo, por oxidación con dicromato potásico en solución fuertemente ácida. La cantidad de oxígeno consumido durante la oxidación del carbono orgánico se calcula por la diferencia entre el contenido de dicromato potásico inicial y el contenido sobrante -- después de la oxidación, éste se determina valorando con sal de Mohr. Se utilizó ácido fenilantranílico como indicador.

B) Análisis elemental de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno.

Estas determinaciones se realizaron en un aparato Hewlet-Packard 185 utilizando acetanilida como sus-

tancia base.

C) Determinación analítica de grupos funcionales

Con objeto de elegir la técnica mas adecuada para la determinación de grupos funcionales, estudiamos los métodos de Dragunova (26), Schnitzer y Desjardins (114) y Schnitzer y Gupta (115) cuyos fundamentos son los siguientes:

El método de Dragunova para la determinación de grupos carboxílicos y fenólicos en los ácidos húmicos y que fué seguido por Khan (1.969) consiste en determinar la acidez total (suma de grupos carboxílicos y fenólicos) mediante precipitación con hidróxido bórico. Con acetato cálcico sólo se determinan grupos carboxílicos ya que se produce una reacción de intercambio iónico -- entre estos grupos y el acetato. Por diferencia entre estas dos valoraciones se determina la cantidad de grupos fenólicos que existen.

De un modo similar Schnitzer y Desjardins (114) determinaron estos grupos en 1.965.

Fué también en 1.965 cuando Schnitzer y Gupta (115) pusieron a punto un método que presentaba una pequeña variante con los anteriores. Esta variación consistía en hallar el punto final de la volumetría de neutralización mediante una valoración potenciométrica.

Dada la similitud entre estos tres métodos, - hemos decidido elegir el primero (Dragunova 1.958) por su sencillez y por la buena repetibilidad de los resultados obtenidos.

D) Análisis por espectrofotometría de absorción infrarroja

Se realizaron los análisis utilizando la técnica de los comprimidos de bromuro potásico en un espectro

fotómetro Perkin-Elmer modelo 225.

E) Determinación analítica de elementos minerales

Se realizó un ataque por vía húmeda para la mineralización de los diversos materiales orgánicos (Turba, sustancias húmicas, productos orgánico-minerales y plantas) utilizando mezcla nítrico-perclórica.

Los elementos magnesio, cobre, manganeso, hierro, zinc y aluminio se analizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica en un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 403.

Los análisis de calcio, sodio y potasio, se llevaron a cabo en un espectrofotómetro de emisión ----- Eppendorf.

Los elementos nitrógeno y fósforo se analizaron en un Autoanalizador Technicon.

P A R T E E X P E R I M E N T A L

RESULTADOS EXPERIMENTALES

A) Tratamiento de la turba con diferentes reactivos

Para la elección de los tratamientos nos hemos basado en trabajos previamente señalados en la introducción: Vyshinskii y Zakirkova (135), Chekalov y col. (15), Preininger (101), Nigro (85) (86), Tishkovich (126), etc.

Por otra parte se han tenido también en cuenta las características de los reactivos atacantes; pensamos que los ácidos con carácter oxidante pueden dar lugar a la creación de nuevos grupos funcionales (carboxílicos y fenólicos) modificando la capacidad de cambio de los productos así como su posible efecto fisiológico sobre las plantas; otros reactivos como por ejemplo el ácido sulfúrico producirán hidrólisis rompiendo las grandes moléculas orgánicas de la turba haciéndola químicamente mas activa. Los tratamientos en medios alcalinos y en presencia del oxígeno del aire darán lugar a la partición de las moléculas orgánicas y al mismo tiempo a oxidaciones parciales con la consiguiente aparición de grupos carboxílicos y fenólicos.

De esta forma se ha sometido a la turba a la acción de los siguientes reactivos:

Tratamientos ácidos:

- Acido sulfúrico al 70%
- Acido sulfúrico al 50%
- Acido clorhídrico al 50%
- Acido nítrico al 50%
- Acido fosfórico al 50%
- Mezcla sulfonítrica (MSN) en tres proporciones:
 - MSN-1 (12,5% ác. sulfúrico + 37,5 ác. nítrico)
 - MSN-2 (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico)
 - MSN-3 (37,5% ác. sulfúrico + 12,5 ác. nítrico)

Tratamientos alcalinos:

- Hidróxido amónico al 50%
- Hidróxido potásico 2N

Además se llevaron a cabo dos tratamientos sometiendo la turba a la acción del aire en medios amoniacal y potásico durante 72 horas, lo que dió lugar a los tratamientos:

- Aire-amoniaco
- Aire-hidróxido potásico

Tratamientos oxidantes:

- Agua oxigenada 55 volúmenes
- Agua oxigenada 110 volúmenes
- Permanganato potásico 2N

Tratamiento neutro:

- Agua

El procedimiento utilizado para el tratamiento de la turba con los reactivos señalados se desarrolló de manera que además de someterla a la acción de estos, estaba expuesta durante toda la duración del tratamiento a la acción del calor. Se tomaron 100 gramos de turba y se introdujeron en un matraz erlenmeyer de 2.000 ml. (el diseño del erlenmeyer era distinto del tipo normal en el sentido de presentar el cuello mucho mas largo a fin de evitar en lo posible pérdidas del producto ante las reacciones violentas que se presentaban en algunos casos) -- junto con 500 ml. de reactivo (la proporción empleada -- fué siempre 1/5) manteniéndose al baño maria durante 60 minutos.

Una vez realizado el tratamiento los productos obtenidos fueron sometidos a repetidos lavados con agua

destilada con el fin de eliminar totalmente los reactivos utilizados.

B) Determinación de carbono, materia orgánica y humus de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos

Con el fin de conocer la influencia de los reactivos sobre la parte orgánica de la turba se llevó a cabo un análisis utilizando el método de Tyurin.

Para la determinación del carbono de las sustancias húmicas se realizó la extracción de éstas utilizando el método que se señala en el apartado siguiente. El volumen de extracto tomado para la determinación del carbono orgánico dependía de la intensidad de su color, tomando una alícuota mayor o menor según fuera más claro o más oscuro. La alícuota se pipeteó dentro de un erlenmeyer de 100 ml. de capacidad y se neutralizó añadiendo ácido sulfúrico gota a gota hasta que aparece una ligera turbidez. El erlenmeyer se colocó a continuación en un baño maría hasta que su contenido se evaporó a sequedad. A continuación se determinó el carbono orgánico por el método de Tyurin.

El contenido del erlenmeyer se diluye con 10 ml. de agua destilada y se titula con sal de Mohr 0,1 N, usando ácido fenilantranílico como indicador.

Los resultados obtenidos aparecen anotados en el cuadro nº 1 y son la media de cuatro repeticiones.

Es interesante resaltar que los mayores porcentajes de materia orgánica corresponden a la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. (el incremento con respecto a la turba sin tratamiento es de un 39,7%), ácido clorhídrico (incremento de un 35,9%), MSN-2 (incremento de un 35,6%), agua oxigenada 110 vol. (incremento 33,2%) y ácido nítrico con un incremento de un 30,1% con respec

to a la turba original. Los contenidos menores de materia orgánica corresponden a los tratamientos: Hidróxido potásico 2N (una disminución de un 18,1%) y aire-hidróxido potásico con una disminución del 15%.

Con respecto al contenido en humus podemos observar como los valores mas elevados corresponden a la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. en la que se ha producido un incremento del 44,4% con respecto a la turba sin tratar. El tratamiento con MSN-2 provoca un incremento en humus de un 39,8%. Los menores valores, como en el caso de la materia orgánica, corresponden a los tratamientos con hidróxido potásico 2N (disminución de un 24,6%) y aire-hidróxido potásico (disminución de un 23,2%).

En las dos últimas columnas del cuadro nº 1 están señalados los datos correspondientes a la tasa de humificación de los productos obtenidos. Se observa como con respecto a la turba sin tratar, los tratamientos con ácido sulfúrico al 50%, agua oxigenada 55 vol. y MSN-2 dan lugar a incrementos de un 27,3% , 24,3% y 22,9% respectivamente. Como en los casos anteriores corresponde a los tratamientos en que interviene el hidróxido potásico los valores mas inferiores (-61,7% y -56,3%).

C) Extracción y purificación del humus

La parte realmente activa de la materia orgánica del suelo son las sustancias húmicas, esto es, en esta fracción radican las propiedades físicas, químicas y fisiológicas que hacen de estas sustancias elementos imprescindibles en el suelo bajo el punto de vista de la fertilidad del mismo. Por tanto las modificaciones que tratamos de introducir en la turba, mediante la serie de reactivos utilizados, se han de reflejar en el humus de la misma.

Cuadro nº 1.- Porcentaje en carbono, materia orgánica, sustancias húmicas extraídas y tasa de humificación de la turba sometida a los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	%Cox	MO (oxid)	Δ	%C h	Humus	Δ	tasa de humificación	Δ
1. Turba sin tratamiento	22,9	39,4		14,5	24,9		63,3	
2. Turba-ác. sulfúrico 70%	21,3	36,6	-2,8	8,1	13,9	-11,0	38,0	-25,3
3. Turba-ác. sulfúrico 50%	29,9	51,4	12,0	27,2	46,8	21,9	91,0	27,3
4. Turba-ác. clorhídrico 50%	43,8	75,3	35,9	30,2	51,9	27,0	68,9	5,6
5. Turba-ác. nítrico 50%	40,4	69,5	30,1	30,5	52,5	27,6	75,5	12,2
6. Turba-ác. fosfórico 50%	27,4	47,1	7,7	20,4	35,1	10,2	74,4	11,1
7. Turba-MSN-1	29,4	50,6	11,2	16,8	28,9	4,0	57,1	-6,2
8. Turba-MSN-2	43,6	75,0	35,6	37,6	64,7	39,8	86,2	22,9
9. Turba-MSN-3	30,5	52,5	13,1	23,2	39,9	15,0	76,1	12,8
10. Turba-amoniaco 50%	20,2	34,7	-4,7	5,6	9,6	-15,3	27,7	-35,6
11. Turba-aire-amoniaco	20,4	35,1	-4,3	3,2	5,5	-19,4	15,7	-47,6
12. Turba-hidrox.potásico 2N	12,4	21,3	-18,1	0,2	0,3	-24,6	1,6	-61,7
13. Turba-aire-hid. potásico	14,2	24,4	-15,0	1,0	1,7	-23,2	7,0	-56,3
14. Turba-agua oxigenada 55 vol.	46,0	79,1	39,7	40,3	69,3	44,4	87,6	24,3
15. Turba-agua oxig. 110 vol.	42,2	72,6	33,2	16,3	28,0	3,1	38,6	-24,7
16. Turba-permangan. potásico	20,1	34,6	-4,8	11,9	20,5	-4,4	59,2	-4,1
17. Turba-agua	39,8	68,5	29,1	28,3	48,7	23,8	71,1	7,8

MSN-1.- Mezcla sulfonítrica (12,5% ác. sulfúrico + 37,5 ác. nítrico); MSN-2.- (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico)
 MSN-3.- (37,5% ác. sulfúrico + 12,5% ác. nítrico).

Δ= Incremento.en % con respecto a la turba sin tratamiento.

Por este motivo se procedió a la extracción del humus, para posteriormente analizarlo estudiando la acción de los distintos reactivos sobre su contenido en grupos funcionales y elementos minerales fundamentalmente.

No hemos creído necesario por el momento llevar a cabo el fraccionamiento de estas sustancias húmicas ya que consideramos de interés estudiar y experimentar con humus total, puesto que al aplicar al suelo la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos, la acción sobre éste será la correspondiente a la del contenido en humus de dicha turba.

Método operatorio

Se ha seguido la técnica de Tyurin.

El extractante utilizado fué una solución de pirofosfato sódico e hidróxido sódico, ambos en concentración 0,1 M.

La relación turba/extractante fué de 1/20.

La turba y el extractante, en la proporción señalada, se introducen en un recipiente de vidrio y se agitan en agitador rotatorio durante 90 minutos.

El extracto obtenido se centrifugó a 3.000 - rpm durante 20 minutos y posteriormente se filtró en trompa de vacío. A continuación se introduce en bolsas de colodión para dializarlo.

La diálisis tiene por objeto la purificación de las sustancias húmicas contaminadas por los iones que constituyen el extractante.

Las bolsas de colodión conteniendo las sustancias húmicas se introdujeron en agua corriente durante 72 horas y posteriormente en agua destilada. Para comprobar que las sustancias húmicas están purificadas se

mide el sodio contenido en el agua destilada en la que se introdujeron las bolsas de colodión. Cuando estas iones sodio no están presentes en el agua destilada, las sustancias húmicas se consideran purificadas.

Una vez purificado el humus, se colocó en placas Petri y se secó al vacío a una temperatura de 35° C.

D) Análisis elemental de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y cenizas del humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos

Se realizó este análisis en un aparato Hewlett-Packard modelo 185 usando acetanilida como patrón.

El fósforo se analizó mediante un ataque por vía húmeda con mezcla nítrico-perclórica y posteriormente en un Autoanalizador Technicon.

Se llevó a cabo un análisis por calcinación para determinar el contenido en cenizas.

Los resultados obtenidos figuran en el cuadro nº 2 y cada uno de ellos representa la media de cuatro repeticiones.

El humus que mayor porcentaje en carbono presenta es el extraído de una turba tratada con MSN-2 -- con un 42,7%, seguido del extraído de las turbas tratadas con ácido nítrico y con MSN-1 con un 39,6% y un -- 36,2% respectivamente.

El menor contenido en carbono corresponde al humus extraído de la turba tratada con agua con un 20,5%.

Todos los tratamientos presentan un contenido en hidrógeno mayor que el humus extraído de la turba sin tratamiento a excepción de la turba tratada con -- ácido sulfúrico al 70% que presenta un contenido igual. Sobresalen por su mayor contenido el humus extraído de las turbas tratadas con MSN-2 y con agua oxigenada 55 vol.

Cuadro nº 2.- Porcentaje de C, H, O, N, P y cenizas del humus extraído de la turba sometida a los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	C	H	O	N	P	Cenizas
1. T-sin tratamiento	25,5	2,5	51,6	1,3	2,8	13,6
2. T-ác. sulfúrico dil. 70%	15,5	2,6	33,8	0,7	10,3	37,1
3. T-ác. sulfúrico dil. 50%	24,3	3,9	51,1	1,1	3,5	16,1
4. T-ác. clorhídrico dil. 50%	23,3	3,6	45,5	1,1	13,5	13,0
5. T-ác. nítrico dil. 50%	39,6	4,7	32,9	3,2	0,4	19,2
6. T-ác. fosfórico dil. 50%	25,8	4,6	53,0	3,5	3,3	19,8
7. T-MSN-1	36,2	4,3	41,2	3,8	0,5	14,0
8. T-MSN-2	42,7	5,1	34,7	3,3	0,9	13,3
9. T-MSN-3	31,3	4,3	46,4	3,3	1,6	13,1
10. T-amoniaco al 50%	26,5	4,2	47,9	2,5	2,5	16,4
11. T-aire-amoniaco	30,9	4,3	36,9	2,2	4,9	20,8
12. T-hidróxido potásico 2N	22,3	3,9	40,6	1,3	18,6	13,3
13. T-aire-hidrox. potásico	31,1	4,7	41,0	1,5	3,6	18,1
14. T-agua oxigenada 55 vol.	30,3	5,1	43,7	1,3	2,0	17,6
15. T-agua oxigenada 110 vol.	26,1	4,7	31,3	0,7	6,9	30,3
16. T-permanganato potásico	24,3	4,2	43,0	1,8	6,8	19,9
17. T-agua	20,5	4,0	46,7	1,4	14,7	12,7

T = Turba; MSN-1 = Mezcla sulfonítrica (12,5% ác. sulfúrico + 37,5% ác. nítrico); MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico); MSN-3 = Mezcla sulfonítrica (37,5% ác. sulfúrico + 12,5% ác. nítrico).

En cuanto a la riqueza en oxígeno observamos que el humus extraído de la turba tratada con ácido fosfórico presenta un ligero aumento con respecto a la turba sin tratar. El menor contenido en oxígeno corresponde al humus extraído de la turba tratada con agua oxigenada 110 vol.

Respecto a la riqueza en nitrógeno son los --tratamientos en los que interviene el ácido nítrico los que mas alto contenido poseen. El tratamiento con ácido fosfórico tiene un contenido muy alto en nitrógeno (3,5%) El humus extraído de las turbas tratadas con agua oxigenada de 110 vol. y con ácido sulfúrico al 70% es el que menor contenido en nitrógeno presenta con un 0,6% y un 0,7% respectivamente.

Los tratamientos con hidróxido potásico 2N y con agua dan lugar al humus con mayor contenido en fósforo. El menor contenido en este elemento corresponde al humus extraído de las turbas tratadas con ácido nítrico al 50% y con MSN-1.

Observamos que el mayor contenido en cenizas corresponde al humus extraído de la turba tratada con ácido sulfúrico al 70% con un 37% seguido del tratamiento con agua oxigenada de 110 vol. con un 30%.

El menor contenido en cenizas corresponde al humus extraído de los siguientes tratamientos: ácido fosfórico al 50% (9,8%), MSN-2 (13,8%), MSN-1 (14%) y MSN-3 (13,1%).

Hemos de tener en cuenta al estudiar los diferentes porcentajes en carbono, hidrógeno, nitrógeno, --oxígeno, fósforo y cenizas, que los reactivos atacantes actúan de forma diferente y sobre determinadas partes de la turba dando lugar a pérdidas bien de nitrógeno, o

de carbono, o de hidrógeno, o de oxígeno. (Cada reactivo ataca distintos compuestos orgánicos de la turba por eso se presentan estas diferencias en el porcentaje de estos elementos). Las variaciones en el porcentaje de cenizas son consecuencia de lo anterior ya que el tanto por ciento de éstas varía con el porcentaje de los otros elementos.

En el cuadro nº 3 vienen representadas las relaciones C/H, C/N y O/H del humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos.

Según los estudios de Kukhareno (69), la relación C/H de las sustancias húmicas es un índice de su grado de aromatización, esto es, la relación C/H aumenta con el número de núcleos aromáticos existentes en la molécula de las fracciones húmicas. Por tanto según podemos ver en el cuadro nº 3 el humus extraído de la turba sin tratamiento es el que posee mayor número de moléculas aromáticas, mientras que el extraído de la turba tratada con agua oxigenada 110 vol., agua oxigenada 55 vol., ácido fosfórico, permanganato, hidróxido potásico y ácido sulfúrico al 70% son los que contienen un menor número de moléculas aromáticas.

Los valores de la relación C/N varían mucho - de unos tratamientos a otros estando próximos a 10 los del humus extraído de la turba sometida a los siguientes tratamientos: Hidróxido amónico, MSN-2, aire-amoniaco, MSN-3, permanganato y MSN-1. Esto nos indica que el humus extraído de los tratamientos señalados es apto para su aplicación a los cultivos, esto es, la adición de materia orgánica bajo la forma de humus de estos tratamientos no producirá desequilibrio en la fertilización nitrogenada de las plantas.

Cuadro nº3.- Relaciones C/N, C/H y O/H del humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos.

TRATAMIENTO	C/N	C/H	O/H
1. T-sin tratamiento	18,9	10,1	20,2
2. T-ác. sulfúrico dil 70%	21,5	6,0	13,1
3. T-ác. sulfúrico dil 50%	21,1	6,3	13,2
4. T-ác. clorhídrico dil 50%	21,0	6,4	12,5
5. T-ác. nítrico dil 50%	12,3	8,4	6,9
6. T-ác. fosfórico dil 50%	7,4	5,6	11,6
7. T-MSN-1	9,4	8,4	9,5
8. T-MSN-2	13,0	8,4	6,8
9. T-MSN-3	9,6	7,3	10,8
10. T-amoniaco dil 50%	10,4	6,3	11,4
11. T-aire-amoniaco	13,9	7,1	8,5
12. T-hidróxido potásico 2N	17,6	5,7	10,3
13. T-aire-hidrox. potásico	20,1	6,5	8,6
14. T-agua oxigenada 55 vol.	22,6	6,0	8,6
15. T-agua oxigenada 110 vol.	39,0	5,6	6,7
16. T-permanganato potásico	13,8	5,8	10,3
17. T-agua	14,4	5,2	11,7

T = Turba; MSN-1 = Mezcla sulfonítrica (12,5% ác. sulfúrico + 37,5% ác. nítrico); MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico); MSN-3 = Mezcla sulfonítrica (37,5% ác. sulfúrico + 12,5% ác. nítrico).

Según los trabajos de Tischenko y Rydalevskaya (125) los valores de la relación O/H están relacionados directamente con el grado de oxidación de las moléculas de las sustancias húmicas.

Hemos de tener en cuenta que el análisis realizado de estas relaciones es válido para sustancias naturales, en nuestro caso después de las modificaciones introducidas en las moléculas orgánicas por los distintos reactivos pensamos que es muy posible que no tengan la misma validez.

E) Determinación de grupos funcionales (carboxílicos e hidroxil-fenólicos) del humus mediante el método de -- Dragunova.

Para la determinación de grupos carboxílicos y fenólicos se ha utilizado el método de Dragunova (26) que ya comentamos anteriormente.

Los resultados obtenidos, para el humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos, expresados en miliequivalentes por cien gramos de producto seco, están representados en el cuadro nº 4. Estos valores son la media de cuatro repeticiones.

Puede apreciarse en este cuadro como el humus extraído de las turbas tratadas con MSN-1, ácido sulfúrico al 50% y MSN-2, es el que mayor número de grupos totales (carboxílicos + fenólicos) presenta, implicando un aumento, con respecto al humus extraído de la turba sin tratar, de 192, 177 y 167 meq por cada 100 gramos de sustancia seca respectivamente.

El humus que menor cantidad de grupos totales presenta es el extraído de la turba tratada con agua -- oxigenada 110 vol.

Cuadro nº 4.- Determinación de grupos carboxílicos e hidroxil-fenólicos expresados en miliequivalentes por cien gramos de humus extraído de la turba sometida a los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	Grupos carboxil.	Grupos fenólicos	Grupos totales
1. T-sin tratamiento	192	499	691
2. T-ác. sulfúrico al 70%	396	361	757
3. T-ác. sulfúrico al 50%	266	602	868
4. T-ác. clorhídrico al 50%	373	420	793
5. T-ác. nítrico al 50%	133	513	646
6. T-ác. fosfórico al 50%	220	537	757
7. T-MSN-1	248	635	883
8. T-MSN-2	214	644	858
9. T-MSN-3	240	335	575
10. T-hidróxido amónico al 50%	158	561	719
11. T-aire-hidróx. amónico	274	357	631
12. T-hidróxido potásico 2N	325	351	676
13. T-aire-hidrox. potásico	229	554	783
14. T-agua oxigenada 55 vol.	176	586	762
15. T-agua oxigenada 110 vol.	363	61	424
16. T-permanganato potásico 2N	433	309	742
17. T-agua	353	324	677

T = Turba; MSN-1 = Mezcla sulfonítrica (12,5% ác. sulfúrico + 37,5% ác. nítrico); MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico); MSN-3 = Mezcla sulfonítrica (37,5% ác. sulfúrico + 12,5% ác. nítrico).

En lo que se refiere al número de grupos fenólicos podemos ver también en el cuadro nº 4 como es el humus extraído de las turbas tratadas con MSN-2 y MSN-1 el que los presenta en mayor cantidad (145 y 136 meq/100 gramos de sustancia seca más que el humus extraído de la turba sin tratar). La menor cantidad de grupos fenólicos la presenta el humus extraído de la turba tratada con agua oxigenada 110 vol.

La cantidad de grupos carboxílicos varía de unos tratamientos a otros, siendo el humus extraído de la turba tratada con permanganato potásico el que los presenta en mayor número, mientras que es el correspondiente a la turba tratada con ácido nítrico el que los presenta en menor cantidad.

F) Expectros de absorción infrarroja del humus extraído de la turba sometida a la acción de diferentes reactivos

La espectroscopia infrarroja permite la determinación de grupos funcionales en las moléculas orgánicas. En el caso de moléculas sencillas los espectros de absorción infrarroja permiten determinar estos grupos de una forma cualitativa, y de una manera aproximada -- también cuantitativa.

Con los datos obtenidos mediante el análisis por espectroscopía de absorción infrarroja y conociendo el peso molecular o la fórmula empírica de la molécula en cuestión, podremos llegar a saber de que compuesto se trata.

Al aplicar esta técnica a moléculas tan extraordinariamente complejas como son las constituyentes de las sustancias húmicas, los espectros de infrarrojo tan sólo nos pueden dar una idea de los grupos funcionales que dichas moléculas poseen. Esto es, la información --

obtenida mediante esta técnica se limitará en este caso a confirmar los resultados obtenidos mediante técnicas analíticas.

Para obtener los espectros de infrarrojo se utilizó un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 225 -- trabajando entre 4.000 y 200 cm^{-1} . Se aplicó la técnica de los comprimidos de bromuro potásico.

La interpretación de las bandas dadas por diferentes autores (65), (70), (23), (117), (24), (52), - es como sigue:

Kononova (65)

3030 cm^{-1} --- Vibración de enlace C-H aromático
 $2941, 2857$ --- " " de CH_2 y CH_3 alifático
 $1710, 1695$ --- " " C=O de ácido aromáticos y alifáticos.
 $1639, 1370$ --- Vibración de extensión del doble enlace - conjugado C=C y del C=O de quinonas.
 $1375, 1370$ --- Vibración del CH_2 y CH_3 alifático
 $1300, 1163$ --- Vibración del C-O de éteres aromáticos
 $1160, 1060$ --- Vibración del C-O de éteres cíclicos y alifáticos y alcoholes.

Kumada y Aizawa (70)

Estos autores dan la misma interpretación haciendo una aclaración en las bandas de:

3350 --- Vibración del OH de alcoholes y fenoles
 2525 --- Vibración del CH de los carboxilos
 $1200, 1280$ --- Vibración de extensión de ésteres, éteres, quinonas y fenoles.

Dormaar (23)

Da la misma interpretación a las bandas encontradas incluyendo las siguientes modificaciones:

- 1625 --- Vibración del COO^- y $\text{C}=\text{C}$ aromático
 1050 --- Vibración del enlace $\text{Si}-\text{O}$ de arcillas
 1720 --- " del COO^- de los ácidos

Schnitzer, Shearer y Vright (117), dan la siguiente interpretación a las bandas encontradas:

- 3400 --- Indica la presencia de OH de alcoholes, así como de H_2O incluida la de cristalización.
 1725 --- COOH que pasa a COO^- . Grupos ésteres
 1025 --- Esta banda nos indica la presencia de silicatos
 Dormaar y Lutwick (24), ponen de manifiesto que la banda de 1725 se atribuye a los grupos carbonilos excitados de ácidos carboxílicos o de una cadena de ésteres, y que la banda 1525 se debe a la vibración del enlace $\text{C}=\text{C}$ del grupo aromático.

Apoyados en estos estudios anteriores hemos -
 dado la siguiente interpretación de las bandas encontradas:

- 3690, 3620 --- Vibración de valencia de los grupos CH de las arcillas
 3400 --- Vibración de valencia de los grupos OH asociados (alcoholes, fenoles) y H_2O
 2970, 1460, 1370 --- Vibración de valencia y de formación del CH_3 alifático
 2923, 2850, 1460 --- Vibración de valencia y de formación del CH_2 alifático
 1600, 1540, 1504 --- Bandas que nos determinan la presencia de anillos aromáticos.
 1715, 1416, 1248, 910 --- Bandas que nos determinan la presencia de grupos ácidos.
 3400, 1120, 1090 --- Alcoholes secundarios y vibración del $\text{C}-\text{O}$ de éteres alifáticos.
 3400, 1216, 1164 --- Nos identifican la presencia de fenoles.

1650,1624 --- Vibración de los enlaces C=C y C=O de -
quinonas, ácidos con asociación intramo-
lecular, H_2O y vibración del enlace C=N.

1028,688,525,466 --- Vibración de los enlaces Si-O de -
arcillas.

768,780,793 --- Vibración fuera del plano del C-H del -
anillo.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 aparecen los espec-
tros correspondientes al humus extraído de la turba so-
metida a la acción de los diferentes reactivos. En todas
las figuras se han colocado los espectros de absorción
infrarroja del humus extraído de la turba sin tratamien-
to con el fin de poder llevar a cabo una buena compara-
ción y así resaltar las diferencias mas notables.

Al estudiar todos los espectros se puede obser-
var que el mayor contenido en fenoles (bandas de 3400 cm^{-1} y 1200 cm^{-1}) corresponde al humus extraído de una
turba tratada con ácido sulfúrico. Por otro lado es el
tratamiento con agua oxigenada 110 vol. el que produce
menor proporción de estos grupos, pudiéndose decir en -
este caso que ha podido haber oxidaciones de fenoles a
quinonas. Si observamos el cuadro nº 4 podremos apreciar
como también por el método de Dragunova es el tratamien-
to con agua oxigenada 110 vol. el que menor proporción
de grupos fenoles extrae.

Continuando con el análisis de estas bandas -
(3400 cm^{-1} y 1200 cm^{-1}) se aprecia como los tratamien-
tos MSN-3 e hidróxido potásico 2N tienen un contenido -
en fenoles ligeramente superior al tratamiento con agua
oxigenada 110 vol.

Analizando las bandas de 1715,1450 y 910 cm^{-1}
puede decirse que los tratamientos con ácido nítrico al
50% y MSN-1 dan lugar a un humus en el que aparecen unas

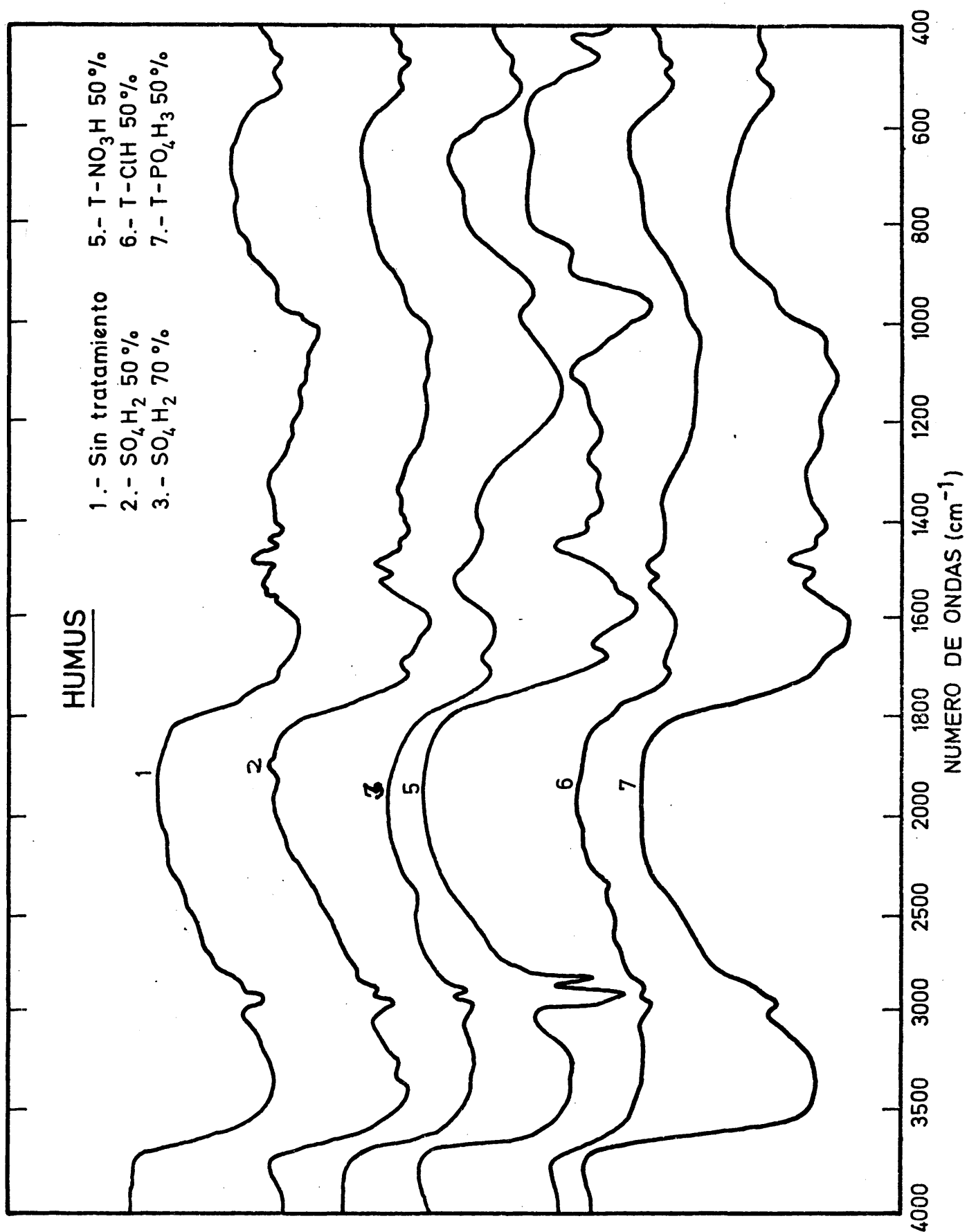


Fig.1

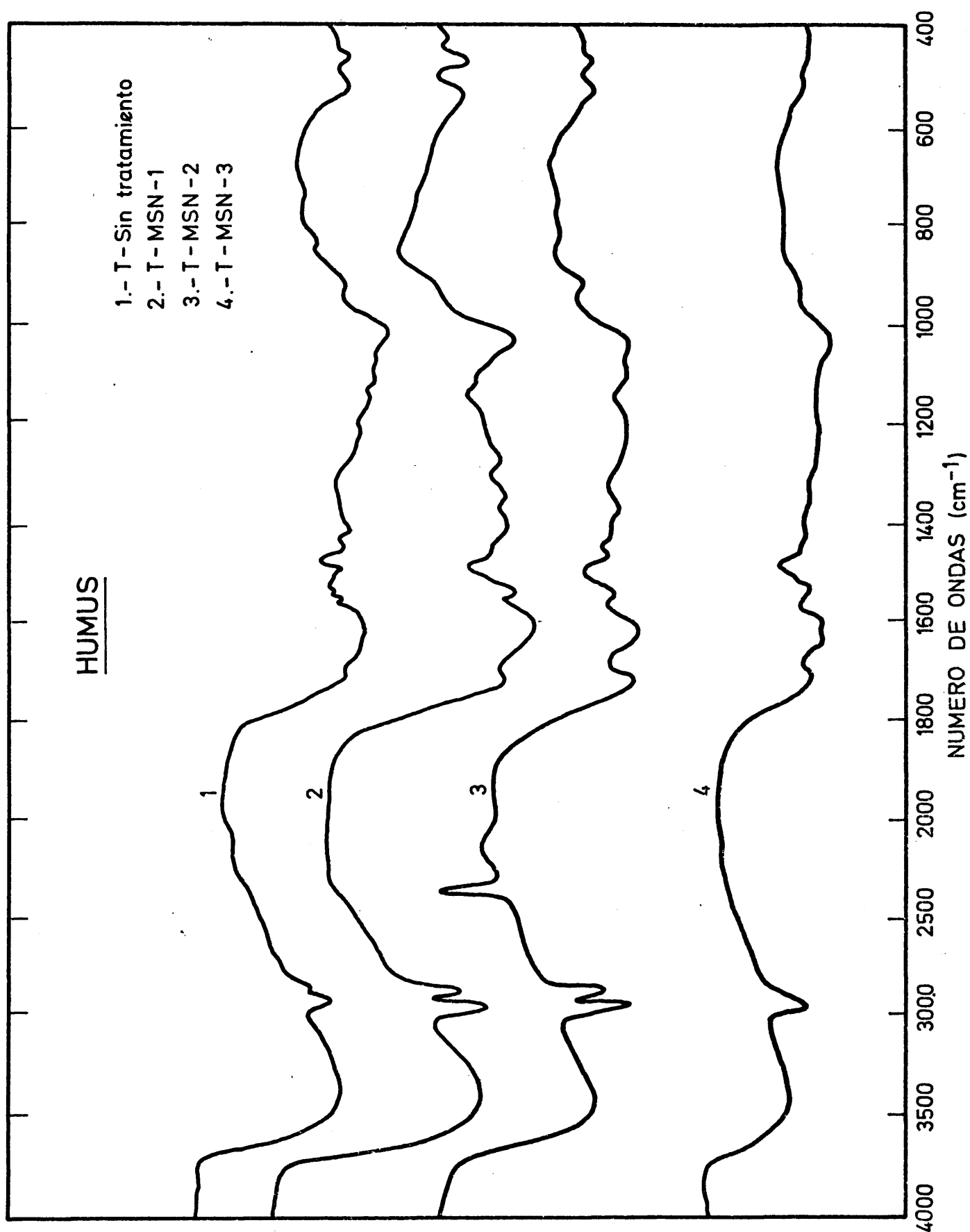


Fig.2

HUMUS

- 1.- Sin tratamiento
- 2.- T - NH_3
- 3.- T - Aire - NH_3
- 4.- T - KOH 2N
- 5.- T - Aire KOH

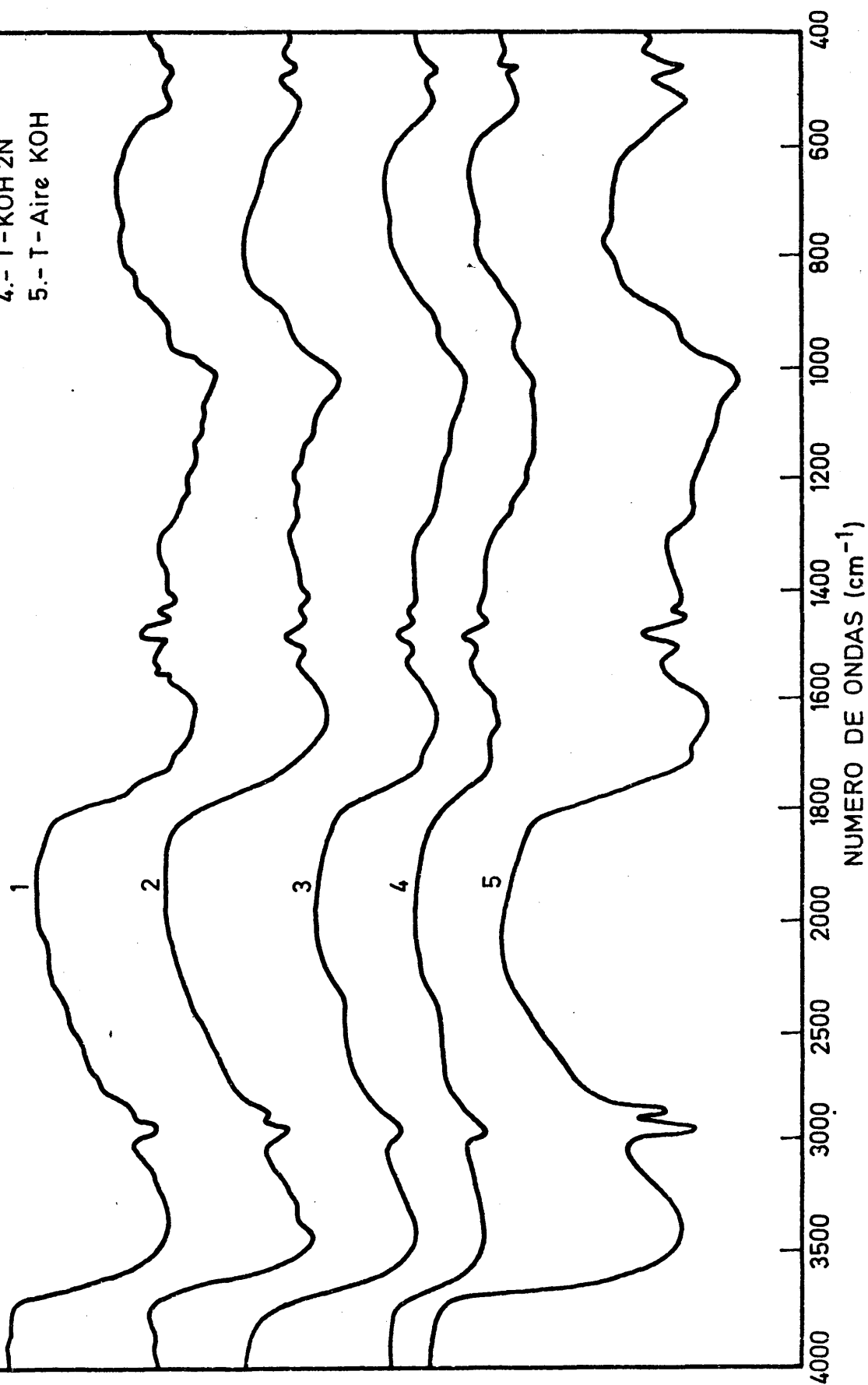
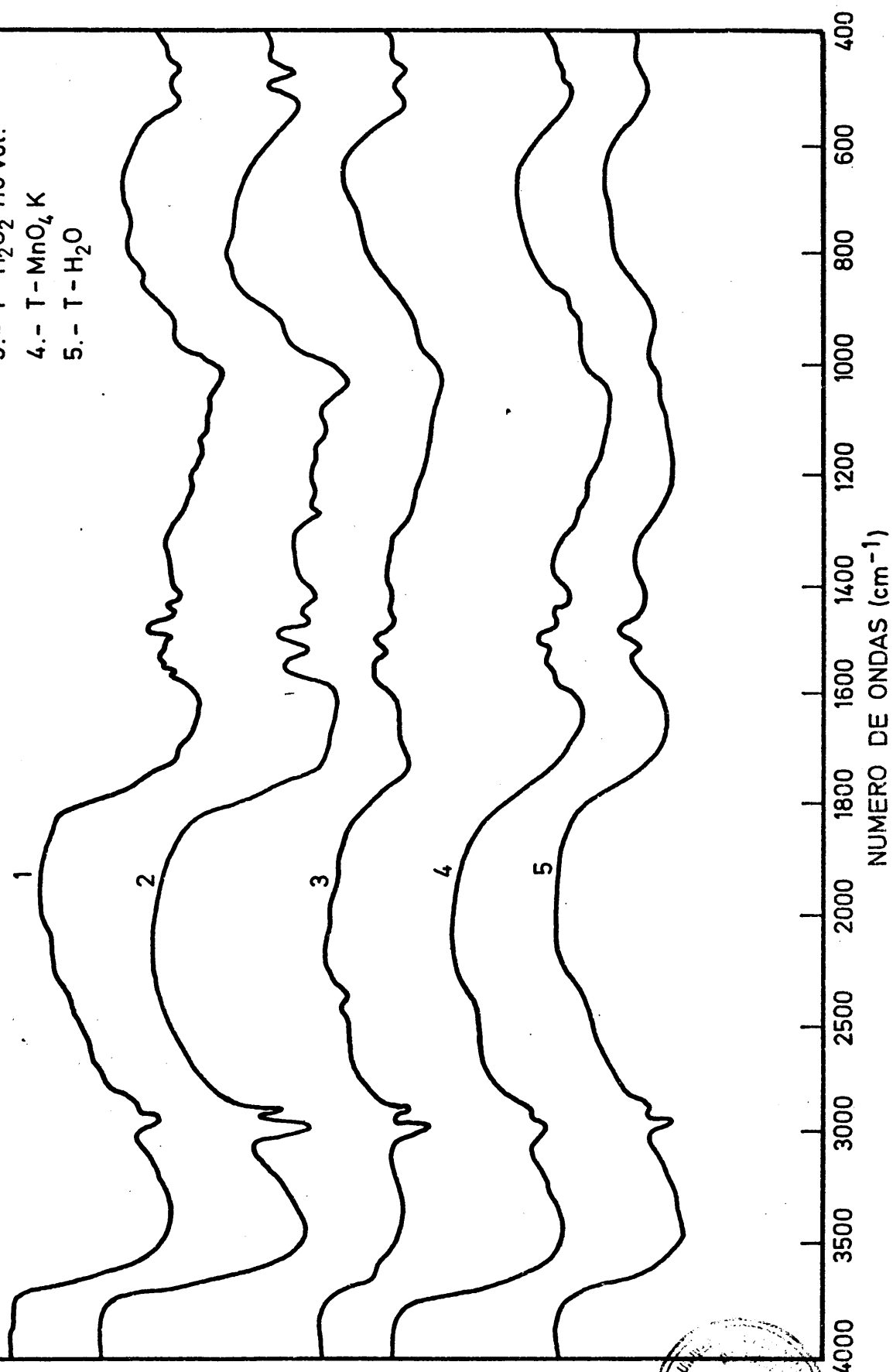


Fig. 3

HUMUS

- 1.- T-Sin tratamiento
- 2.- T- H_2O_2 55 vol.
- 3.- T- H_2O_2 110 vol.
- 4.- T- $\text{MnO}_4^- \text{K}$
- 5.- T- H_2O



bandas mas intensas lo que nos indica una mayor proporción de grupos COOH. Los tratamientos que menos grupos COOH presentan son los de aire-hidróxido potásico, hidróxido potásico 2N así como el de agua oxigenada 110 vol.

Respecto a las bandas de 2970 y 2850 cm^{-1} correspondientes a grupos CH_3 y CH_2 alifáticos, aparecen mas intensas en los tratamientos con ácidos, esto es, - en los tratamientos con ácido clorhídrico, MSN-2, MSN-1, y en los tratamientos con agua oxigenada 55 vol. y agua oxigenada 110 vol.

G) Análisis de macro y oligoelementos del humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos

En el cuadro nº 5 aparecen anotados los contenidos en potasio, calcio y magnesio de las distintas sustancias húmicas extraídas de la turba tratada con los diferentes reactivos.

El humus extraído de la turba tratada con ácido nítrico, aire-hidróxido potásico y agua oxigenada 110 vol. son los que mayor contenido en potasio presentan - dando lugar a incrementos muy notables con respecto al humus extraído de la turba sin tratar. El humus con menor contenido en potasio es el extraído de la turba sometida a la acción del permanganato potásico.

El mayor contenido en calcio corresponde al humus extraído de la turba tratada con ácido sulfúrico al 70% y al extraído del tratamiento con hidróxido potásico 2N. El menor corresponde al humus extraído de la turba tratada con permanganato potásico.

El contenido en magnesio del tratamiento realizado con ácido sulfúrico al 70% es el mayor de todos -- dando lugar a un incremento muy grande con respecto al

Cuadro nº 5.- Contenido en Potasio, Calcio y Magnesio en meq/100 g., del humus extraído de la turba sometida a diferentes tratamientos químicos.

TRATAMIENTO	K	Ca	Mg
1. T-sin tratamiento	5,9	101,5	19,9
2. T-ác. sulfúrico al 70%	6,4	275,0	58,7
3. T-ác. sulfúrico al 50%	6,9	135,0	27,3
4. T-ác. clorhídrico al 50%	5,6	81,0	18,2
5. T-ác. nítrico al 50%	13,3	152,5	33,1
6. T-ác. fosfórico al 50%	2,6	137,5	28,1
7. T-MSN-1	6,9	131,5	24,0
8. T-MSN-2	5,1	113,5	21,5
9. T-MSN-3	5,1	79,0	17,3
10. T-Hidróxido amónico al 50%	6,9	144,0	32,2
11. T-aire-hidróxido amónico	7,4	78,5	19,8
12. T-hidróxido potásico 2N	8,7	233,0	36,4
13. T-aire-hidróxido potásico	13,1	91,5	24,8
14. T-agua oxigenada 55 vol.	9,2	114,0	26,4
15. T-agua oxigenada 110 vol.	12,8	77,5	24,8
16. T-permanganato potásico 2N	2,0	53,0	9,1
17. T-agua	4,9	81,0	19,0

T = Turba; MSN-1 = Mezcla sulfonítrica (12,5% ác. sulfúrico + 37,5% ác. nítrico); MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico); MSN-3 = Mezcla sulfonítrica (37,5% ác. sulfúrico + 12,5% ác. nítrico).

humus extraído de la turba original. Como en los dos casos anteriores el menor contenido corresponde al humus extraído de la turba tratada con permanganato potásico.

En el cuadro nº 6 se anotan los contenidos en manganeso, zinc, hierro y aluminio del humus extraído de la turba sometida a la acción de diferentes reactivos.

Se observa un aumento muy grande de manganeso en el humus extraído de la turba tratada con permanganato potásico, hecho lógico dada la naturaleza del tratamiento. Los menores contenidos en manganeso corresponden a los tratamientos MSN-2, MSN-3 y aire-amoniaco.

Todos los tratamientos provocan disminución del contenido en zinc en el humus a excepción del ácido sulfúrico al 70% y del hidróxido amónico que dan lugar a incrementos de un 67,7% y un 31,9% respectivamente con respecto al humus extraído de la turba sin tratar.

Los tratamientos con ácido nítrico y con agua oxigenada 110 vol. dan lugar al humus con mayor contenido en aluminio.

El hierro se encuentra en mayor proporción en el humus extraído de la turba tratada con agua, seguido del humus extraído de una turba tratada con aire-hidróxido potásico. Los tratamientos con ácido clorhídrico y con ácido fosfórico dan lugar al humus mas pobre en --- hierro.

Es muy interesante tener en cuenta los contenidos en hierro y aluminio de las sustancias húmicas ya que según Fokin y Sinkha (36) la formación de complejos de fósforo con los ácidos orgánicos se observa únicamente en presencia de iones férricos y aluminicos.

Cuadro nº 6.- Contenido de Hierro, Manganeso, Zinc y Aluminio, en pmm, del humus extraído de la turba tratada con diferentes reactivos.

TRATAMIENTO	Fe	Mn	Zn	Al
1. T-sin tratamiento	3.708	100	790	12.500
2. T-ác. sulfúrico al 70%	1.275	100	1.325	9.167
3. T-ác. sulfúrico al 50%	1.100	50	150	13.332
4. T-ác. clorhídrico al 50%	965	32	115	13.250
5. T-ác. nítrico al 50%	3.832	132	182	25.000
6. T-ác. fosfórico al 50%	700	132	182	1.625
7. T-MSN-1	2.457	50	432	14.582
8. T-MSN-2	1.325	25	500	10.000
9. T-MSN-3	2.825	25	251	11.250
10. T-hidróxido amónico al 50%	4.750	75	1.042	13.325
11. T-aire-hidróxido amónico	4.687	25	400	16.250
12. T-hidróxido potásico 2N	2.582	66	240	7.915
13. T-aire-hidróxido potásico	5.300	75	125	20.832
14. T-agua oxigenada 55 vol.	4.165	50	440	18.750
15. T-agua oxigenada 110 vol.	4.250	50	412	25.000
16. T-permanganato potásico 2N	2.500	4.607	425	500
17. T-agua	6.125	75	125	11.250

T = Turba; MSN = Mezcla sulfonítrica.

H) Elección de los tratamientos mas adecuados

Con los tratamientos realizados se pretende - inducir en la turba una serie de modificaciones que puedan conducir a la creación de nuevos grupos activos en la misma, fundamentalmente grupos carboxílicos e hidroxil-fenólicos con el fin de activarla para su posterior utilización como fertilizante.

Según Schnitzer y Poaps (116), los grupos -- carboxílicos e hidroxil-fenólicos están involucrados -- conjuntamente en las reacciones de las que resulta una influencia sobre la fisiología de las plantas.

Por otra parte y según los mismos autores (116) estos grupos funcionales intervienen en las reacciones de fijación de amoníaco, lo cual nos proporciona un medio para tratar de introducir nitrógeno en la turba.

Nos interesaba también inducir variaciones en el porcentaje de carbono y materia orgánica ya que hay una correlación lineal directa entre la fijación de amoníaco y el contenido en carbono (11).

Flaig (33) ha comprobado que las ligninas -- existentes en los residuos de la industria del papel se degradan por sulfonación dando partes mas pequeñas susceptibles de reaccionar con nitrógeno.

Como ya se ha señalado (36) se observó que la formación de compuestos de las sustancias húmicas con - fósforo tienen lugar únicamente en presencia de iones - férricos y aluminicos, por lo que se ha tenido en cuenta la presencia de estos iones en la turba.

Si estudiamos los cuadros anteriores (números 1, 2, 3, 4, 5 y 6), así como los espectros de absorción infrarroja observaremos que se trata de diecisiete productos distintos originados por el ataque a la turba de otras tantas sustancias.

Una vez obtenidos y purificados estos productos, fué necesario elegir aquellos que por sus características sirviesen como fuente de materia orgánica para ser utilizados posteriormente como fertilizantes.

Se decidió también realizar unos ensayos de enriquecimiento de la turba en nutrientes minerales especialmente nitrógeno, fósforo y potasio por lo que en la elección se tuvieron en cuenta algunas propiedades que pudiesen ser útiles en ese sentido.

De acuerdo con estas consideraciones se eligieron los siguientes tratamientos:

- Acido sulfúrico diluido al 50%
- Acido nítrico diluido al 50%
- MSN-2
- Agua oxigenada 55 vol.

Los criterios que se han seguido para llevar a cabo esta elección son los siguientes:

- Contenido en materia orgánica oxidable.
- Contenido en humus.
- Tasa de humificación.
- Características del humus contenido en la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos (análisis elemental, C/N, C/H, grupos funcionales, contenido en elementos minerales).

Estos tratamientos se caracterizan porque -- dan lugar en la turba a la formación de un gran contenido en grupos totales (carboxílicos y fenólicos) según -- podemos ver en el cuadro nº 2, hecho de gran importancia ya que están relacionados directamente con la capacidad de cambio catiónico y en las reacciones de las que se -- deriva una influencia sobre la fisiología de la planta.

Por otra parte podemos comprobar en el cuadro nº 1 como los tratamientos elegidos dan lugar a contenidos elevados de materia orgánica. Estos contenidos al compararlos con el de la turba sin tratamiento suponen incrementos muy notables que quedan señalados a continuación:

- turba-ácido sulfúrico al 50% un 12,0% de incremento
- turba-ácido nítrico al 50% un 30,1% de incremento
- turba-MSN-2 un 35,6% de incremento y
- turba-agua oxigenada 55 vol. un 39,7% de incremento.

El humus contenido en las turbas elegidas se presenta en cantidades superiores que en la turba sin tratamiento produciéndose los siguientes incrementos: 21,9%, 27,6%, 39,8% y 44,4% respectivamente como también queda señalado en el citado cuadro.

Es de resaltar el hecho de que al estudiar el grado de humificación de la turba sometida a los diferentes tratamientos, son los tratamientos elegidos los que dan lugar a los mayores valores produciéndose unos incrementos que nos pueden indicar que se ha producido una humificación debida a la acción de estos reactivos. Todo esto queda resumido en el cuadro nº 7.

Cuadro nº 7.- Tasa de humificación y contenido en materia orgánica y humus de las turbas elegidas.

TRATAMIENTO	%M.O.	Δ	%Humus	Δ	tasa de humificación	Δ
T-sin tratamiento	39,4		24,9		63,3	
T-ác.sulfúrico 50%	51,4	12,0	46,8	21,9	91,0	27,3
T-ác.nítrico 50%	69,5	30,1	52,5	27,6	75,5	12,2
T-MSN-2	75,0	35,6	64,7	39,8	86,2	22,9
T-agua oxig. 55 vol	79,1	39,7	69,3	44,4	87,6	24,3

T = Turba; MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico); Δ = % de incremento con respecto a la turba sin tratamiento.

Si fijamos nuestra atención en el cuadro nº 4 donde se señalan los contenidos en grupos funcionales, vemos que todos los tratamientos elegidos dan lugar a incrementos en el contenido de dichos grupos a excepción del ácido nítrico. Este último tratamiento fué elegido, no obstante, ya que presentaba uno de los valores mas altos en cuanto al contenido en humus se refiere. Además presenta valores altos para el nitrógeno y para la suma de hierro y aluminio.

En el cuadro nº 2 se observa como el humus de los tratamientos por nosotros elegidos presenta generalmente los valores mas altos en cuanto al contenido en carbono se refiere, hecho de gran importancia como ha quedado señalado anteriormente (11) para la posterior fijación de nutrientes.

Respecto al contenido en potasio, calcio y magnesio podemos observar en el cuadro nº 5 como el humus extraído de los tratamientos elegidos presenta en líneas generales unos valores mayores que el humus de la turba sin tratar.

I) Estudio analítico de las turbas sometidas a los tratamientos elegidos

Dado que estos productos por nosotros elegidos van a ser utilizados posteriormente como fertilizantes para estudiar su influencia al aplicarlos a un cultivo, y también para realizar ensayos de enriquecimiento en macronutrientes, hemos considerado conveniente el realizar una serie de análisis con el fin de tener un conocimiento mucho mas amplio de estas sustancias.

En el apartado anterior hemos resaltado las cualidades que nos han inducido a elegir estos tratamientos. A continuación se estudiarán el contenido en macro

y oligoelementos, fraccionamiento de la materia orgánica, capacidad de cambio catiónico y estudio por Espectroscopía de Absorción Infrarroja de las turbas elegidas.

En el cuadro nº 8 se observa como con respecto a la turba sin tratamiento los contenidos en nitrógeno aumentan con el tratamiento MSN-2 y con ácido nítrico - al 50% y disminuyen para los tratamientos con ácido sulfúrico al 50% y agua oxigenada 55 vol.

Hemos de resaltar el aumento en el contenido de potasio y calcio que presenta la turba tratada con MSN-2.

El contenido en oligoelementos viene señalado en en cuadro nº 9. El mayor contenido en hierro y manganeso lo presenta la turba sin tratamiento hecho que nos hace pensar en la posibilidad de la eliminación de dichos elementos por los tratamientos elegidos.

Respecto al zinc y aluminio los valores son mayores en todos los tratamientos, menos en el ácido sulfúrico al 50%.

Para estudiar el fraccionamiento de la materia orgánica de las turbas elegidas se realizó la extracción del humus en ellas contenido. Se analizó en primer lugar el carbono correspondiente al extracto por el método señalado en el apartado B de los resultados experimentales.

La determinación del carbono de los ácidos húmicos contenidos en el extracto (como ya se señaló el extractante utilizado fué una mezcla de pirofosfato sódico y sosa, en concentración 0,1 M) se determinó como sigue:

Se tomaron 25 ml. de extracto y se colocaron en un erlenmeyer de 100 ml. de capacidad; se precipitaron los ácidos húmicos con ácido sulfúrico añadiendo éste - gota a gota. A continuación se calentaron en estufa a -

Cuadro nº 8.- Contenido de macroelementos, en tanto por ciento, de las turbas elegidas como fuente de de materia orgánica para la preparación de productos orgánico-minerales.

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Na
Turba-sin tratamiento	1,2	0,04	0,8	0,1	0,2	0,3
Turba-ác. sulfúrico al 50%	0,8	0,02	0,6	1,1	0,1	0,2
Turba-ác. nítrico al 50%	1,7	0,03	0,9	1,4	0,2	0,2
Turba-MSN-2	1,5	0,03	1,6	2,8	0,2	0,2
Turba-agua oxigenada 55 vol.	0,7	0,03	1,1	1,0	0,3	0,3

T = Turba; MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico).

Cuadro nº 9.- Contenido de microelementos, en ppm, de las turbas elegidas como fuente de materia orgánica para la preparación de los productos orgánico-minerales.

TRATAMIENTO	Fe	Mn	Zn	Cu	Al
Turba-sin tratamiento	14.750	100	150	Indicios	25.000
Turba-ác. sulfúrico al 50%	2.900	50	130	"	20.000
Turba-ác. nítrico al 50%	8.000	50	300	"	35.000
Turba-MSN-2	4.500	50	200	"	35.000
Turba-agua oxigenada 55 vol.	10.350	50	150	"	40.000

T = Turba; MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico).

una temperatura inferior a 80° C durante 30 minutos y se dejaron toda la noche a la temperatura del laboratorio para completar la precipitación de los ácidos húmicos. A la mañana siguiente se filtró el extracto, en un embudo pequeño a través de un papel de filtro Albet nº 248 de 7 cm. de diámetro.

El precipitado en el filtro fué lavado repetidas veces con ácido sulfúrico 0,05 N hasta que el filtrado es incoloro (al comienzo del filtrado, es generalmente amarillo a causa de los ácidos fúlvicos). La solución ácida y el agua de lavado se descarta y el embudo con el filtro se coloca sobre un matraz aforado de 50 ml. El precipitado se disuelve con una solución caliente de hidróxido sódico 0,05 N.

El filtro se lava con la misma solución de -- NaOH 0,05 N hasta que el precipitado de ácidos húmicos está completamente disuelto; esto nos lo indica el hecho de la ausencia de color en el filtrado. La solución de humato sódico se deja enfriar a la temperatura del laboratorio y se lleva a volumen con agua destilada. Se toma una parte alícuota para la determinación del carbono, usando el mismo procedimiento analítico que el utilizado para determinar el carbono en el extracto.

El contenido de carbono de los ácidos fúlvicos se determina por sustracción del carbono de ácidos húmicos del carbono total en el extracto.

En el cuadro nº 10 queda señalado el fraccionamiento de la materia orgánica de las turbas sometidas a la acción de los tratamientos elegidos.

La mayor relación AF/AH corresponde a la turba tratada con MSN-2 con un valor elevadísimo debido a que la mayor parte del humus está en forma de ácido fúlvico.

Cuadro nº 10.- Fraccionamiento de la materia orgánica de la turba sometida a los tratamientos elegidos.

TRATAMIENTO	%C	M.O.	A.F.	A.H.	AF/AH	sust. humic. AF+AH	tasa de humificación
Turba sin tratamiento	22,9	39,4	10,8	14,1	0,8	24,9	63,3
Turba-ác. sulfúrico 50%	29,9	51,4	17,7	29,1	0,6	46,8	91,0
Turba-ác. nítrico 50%	40,4	69,5	37,8	14,7	2,6	52,5	75,5
Turba-MSN-2	43,6	75,0	56,2	8,5	6,6	64,7	86,2
Turba-agua oxigenada 55 vol.	46,0	79,1	43,5	25,8	1,7	69,3	87,6

MSN-2 = Mezcla sulfonítrica (25% ácido sulfúrico + 25% ácido nítrico).

En la turba tratada con ácido nítrico el valor de la relación AF/AH es 2,6 y es interesante resaltar - el hecho de que su contenido en ácidos húmicos es igual que en la turba sin tratamiento mientras que los ácidos fúlvicos presentan un valor cuatro veces mayor. Aquí el incremento en humus tiene lugar prácticamente sobre los ácidos fúlvicos.

El valor mas inferior de la relación AF/AH corresponde a la turba tratada con ácido sulfúrico al 50% al que corresponde el mayor contenido en ácidos húmicos.

Espectros de absorción infrarroja de la turba sometida a la acción de los tratamientos elegidos

En la figura nº 5 aparecen los espectros de - infrarrojo de la turba sometida a la acción de los cuatro reactivos elegidos. También se ha introducido el espectro correspondiente a la turba sin tratamiento a fin de estudiar las diferencias inducidas por dichos tratamientos.

Comparando estas cuatro turbas entre si y con respecto a la turba sin tratamiento se observa:

- Para la banda de 3400 cm^{-1} (agua, OH de alcoholes, fenoles, anillo aromático, aminas...) la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. tiene la banda mas intensa seguida de la turba sin tratar y luego de la turba tratada - con MSN-2, turba tratada con ácido nítrico al 50% y turba tratada con ácido sulfúrico al 50% con la misma intensidad.
- Con respecto a los grupos CH_3 y CH_2 (bandas de 2970 y 2850 cm^{-1}) el orden de intensidad es como sigue: turba-agua oxigenada 55 vol. y a continuación la turba tratada con ácido nítrico al 50% y MSN-2, sigue la turba ---

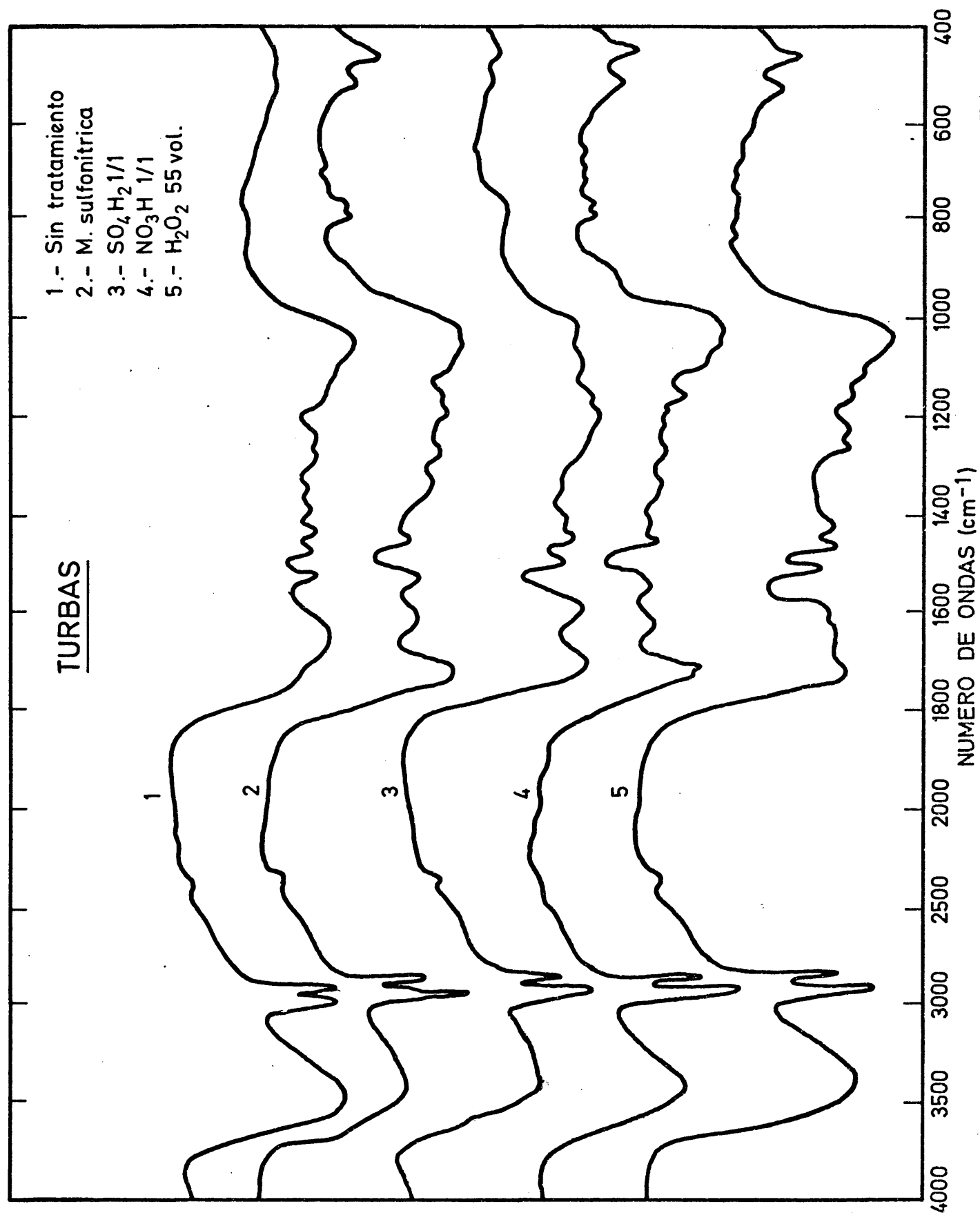


Fig.5

tratada con ácido sulfúrico al 50% y por último la turba sin tratamiento. Queda claramente demostrado el hecho de que todos los tratamientos ácidos y de agua oxigenada aumentan el contenido de CH_3 y CH_2 dado que todos ellos son en realidad dadores de protones que pueden actuar sobre la cadena hidrogenada.

- Analizando las bandas de 1715, 1450 y 910 cm^{-1} correspondientes a los grupos COOH , se puede observar que la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. presenta mayor cantidad de estos grupos que el resto de las turbas tratadas, y que éstas tienen mas grupos carboxílicos que la turba sin tratar. Según este orden, se aprecia que el poder oxidante de los distintos compuestos utilizados en el tratamiento de la turba queda reflejado en el contenido de grupos COOH . Así, el agua oxigenada 55 vol. que es el mas oxidante es el que ha obtenido mayor proporción de grupos COOH , siguiéndole el tratamiento con MSN-2.

- Con respecto a la banda de 1600 cm^{-1} que corresponde fundamentalmente a grupos quinónicos y también a agua, podemos decir que el tratamiento con agua oxigenada 55 vol. da lugar a la turba que contiene menor proporción de estos grupos. La banda de 3400 cm^{-1} nos indica la presencia de agua y de anillos aromáticos como ya hemos señalado y se presenta en la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. con mayor intensidad que en el resto de las turbas. Si fuese debida al agua, debería reflejarse también en la banda de 1600 cm^{-1} cosa que no sucede, -- por lo que podemos pensar que este tratamiento da lugar a un mayor grado de aromaticidad, hecho que se confirma también con las bandas de 1450 y 1500 cm^{-1} .

- La mayor proporción de silicatos corresponde al tratamiento con agua oxigenada 55 vol. seguido del tratamien

to con MSN-2, con ácido nítrico al 50%, después la turba sin tratamiento y por último la tratada con ácido sulfúrico al 50%. Estos resultados y en el mismo orden que dieron confirmados con el correspondiente análisis de cenizas.

Capacidad de intercambio catiónico de las turbas sometidas a la acción de los tratamientos elegidos

Como ya se ha señalado anteriormente se pretende realizar unos tratamientos encaminados al enriquecimiento de la turba en nutrientes minerales. Estos deben introducirse en la turba de forma intercambiable para que puedan pasar a la solución del suelo y de ahí a las raíces, ó si hay contacto directo entre las partículas coloidales de la fracción arcillo-húmica del suelo con las raíces, lo hagan directamente. Por ello se decidió estudiar la capacidad de intercambio catiónico de estos productos con el fin de introducir en ellos la cantidad adecuada de macronutrientes.

Nos interesaba también comprobar si los distintos reactivos elegidos inducían variaciones en el valor de la capacidad de cambio de la turba.

Los resultados correspondientes a la capacidad de cambio están representados en el cuadro nº 11. Podemos ver como ésta se ha incrementado en todos los tratamientos elegidos a excepción del tratamiento con agua oxigenada 55 vol. Ha de resaltarse el aumento en dicha capacidad que ha producido el tratamiento con ácido nítrico al 50% (un 50% con respecto a la turba original). El tratamiento con MSN-2 da lugar a un incremento de un 30,6%.

Cuadro nº 11.- Capacidad de cambio catiónico en meq/100 gramos de las turbas tratadas elegidas.

TRATAMIENTO	C.C.C.meq/100 gr.	Δ
Turba sin tratamiento	88	.
Turba-ác.sulfúrico al 50%	99	12,5
Turba-ác. nítrico al 50%	132	50,0
Turba-MSN-2	115	30,6
Turba-agua oxig. 55 vol.	82	-7,3

Δ = % de incremento con respecto a la turba sin tratamiento.

Como podemos observar los valores de la capacidad de cambio correspondientes al tratamiento con agua oxigenada 55 vol. son del mismo orden que para la turba sin tratamiento (ligeramente inferiores). Este tratamiento se eligió, no obstante, debido a que presenta las mayores cantidades de materia orgánica oxidable y a que el humus en ella contenido presentaba un incremento notable en los grupos activos. Es muy posible que los valores tan altos de Al y Fe que contiene expliquen la disminución de la capacidad de cambio frente a los otros tratamientos.

J) Preparación de productos fertilizantes orgánico-minerales

Con la turba sometida a la acción de los cuatro tratamientos elegidos se realizó un ensayo de enriquecimiento de elementos fertilizantes minerales, para preparar así productos fertilizantes orgánico-minerales.

Con cada una de estas turbas tratadas se prepararon tres clases de productos orgánico-minerales como resultado de su enriquecimiento en nitrógeno, fósforo y potasio.

Para la preparación de los productos orgánico-minerales nitrogenados y potásicos se tuvo en cuenta la capacidad de cambio catiónico de las diferentes turbas (cuadro nº 11), y se le añadieron a éstas cantidades de NH_4^+ y K^+ en miliequivalentes, iguales a su correspondiente capacidad de cambio.

De esta forma conseguiremos productos orgánico-minerales con unas concentraciones en NH_4^+ y K^+ que indudablemente no alcanzaran las concentraciones de saturación en estos nutrientes, ya que nos interesa que queden algunos grupos responsables de la capacidad de cambio (carboxílicos e hidroxil-fenólicos) sin saturar para poder ejercer una posible acción fisiológica.

Se tomaron 100 gramos de turba y se agitaron durante una hora con una solución que contenía los miliequivalentes de NH_4^+ o de K^+ correspondientes a la capacidad de cambio de cada una de las turbas tratadas. A continuación el producto se secó en estufa a 25° C.

Los productos fosfatados se prepararon teniendo en cuenta el contenido en aluminio y hierro de las turbas tratadas (En el cuadro nº 9 se reflejan los contenidos en oligoelementos de las turbas tratadas).

Los contenidos en hierro y aluminio, en miliequivalentes, de las distintas turbas son:

TRATAMIENTO	Fe.meq/100 g.	Al.meq/100g.	Total
Turba sin tratamiento	79,3	278,1	357,4
Turba-ác.sulfúrico al 50%	15,6	222,5	238,1
Turba-ác.nítrico al 50%	43,0	389,3	432,3
Turba-MSN-2	24,2	389,3	413,5
Turba-agua oxigen. 55 vol.	55,6	444,4	500,0

100 gramos de turba se sometieron a agitación con una solución de ácido fosfórico que contenía tantos miliequivalentes de $\text{PO}_4^=$ como miliequivalentes de aluminio y hierro tenían cada una de las turbas tratadas. -- Posteriormente el producto se secó en estufa a 25° C.

En el cuadro nº 12 se señalan los volúmenes - utilizados y concentraciones de NH_4^+ , K^+ y $\text{PO}_4^=$ empleados para la preparación de 100 gramos de productos orgánico-minerales.

Cuadro nº 12.- Volúmenes y concentraciones de las soluciones de NH_4^+ , $\text{PO}_4^=$ y K^+ , utilizadas para la preparación de 100 gramos de producto orgánico mineral.

TRATAMIENTO	solución NH_4^+	solución $\text{PO}_4^=$	solución K^+ (*)
Turba-ác.sulfúrico	990 meq/l.	2376 meq/l.	990 meq/l.
Turba-ác.nítrico	1318 meq/l.	4320 meq/l.	1000 meq/l.
Turba-MSN-2	1152 meq/l.	4135 meq/l.	1000 meq/l.
Turba-agua oxigena.	820 meq/l.	4995 meq/l.	820 meq/l.

(*) De todas las soluciones se emplearon 100 ml. excepto para la solución K^+ , en los tratamientos turba-ác. nítrico y turba-MSN-2 que se emplearon 132 ml. y 115 ml. respectivamente.

K) ESTUDIO ANALITICO DE LOS PRODUCTOS ORGANICO-MINERALES PREPARADOS

- En el cuadro nº 13 aparecen los valores correspondientes al fraccionamiento de la materia orgánica de los -- productos preparados.

Se han introducido también en este cuadro los análisis correspondientes a la turba sin tratamiento y a la turba sometida a los cuatro tratamientos elegidos, con el fin de poder realizar las comparaciones pertinentes.

En lo que respecta al contenido de materia orgánica podemos observar como todos los productos analizados tienen unos valores muy superiores a la turba sin tratamiento. Son interesantes de destacar: T-MSN+K, T-agua oxigenada, T-Agua oxig.+ K y T-Agua oxig.+ N en -- los que se produce un incremento relativo con respecto a la turba sin tratamiento de un 40,1%, 39,7%, 39,7% y 44,0% respectivamente.

Si comparamos los distintos productos preparados con la correspondiente turba utilizada como fuente de materia orgánica se observa:

--En el grupo que utiliza como material de partida la -- Turba-ácido sulfúrico, que mientras al añadir fósforo -- la materia orgánica disminuye en un 3,1% al añadir nitrógeno se produce un incremento de un 4,1%. Cuando se introduce potasio el contenido en materia orgánica se -- mantiene prácticamente igual.

--En el grupo que utiliza como material inicial la Turba-ácido nítrico se observa que el contenido de materia orgánica de los tres productos preparados disminuyó. Esta disminución fué de un 14,6% para la T-ácido nítrico+ P, de un 4,3% para la T-ácido nítrico+K y de un 13,4% -- para la turba-ácido nítrico + N.

--Cuando se utilizó la Turba-MSN como material inicial se puede observar que al introducir nitrógeno el contenido en materia orgánica no sufre prácticamente variación. Al añadir fósforo disminuyó en un 6,6% y cuando se añadió potasio se produjo un incremento de un 4,5%.

--Los productos obtenidos a partir de la Turba-agua oxigenada presentan contenidos variables de materia orgánica. La T-agua oxig. + P presenta una disminución de un 10,0% y la T-agua oxig. + N un aumento de un 4,3%.

Todos los productos estudiados tienen unos valores muy superiores a la Turba sin tratamiento en lo que se refiere al contenido en ácidos fúlvicos. El mayor valor corresponde a la T-MSN y el menor a la Turba-ácido sulfúrico + K.

Los valores mas pequeños dentro de cada grupo unas veces corresponden a los productos enriquecidos en fósforo (T-MSN + P y T-ácido nítrico + P), y otras a los enriquecidos en potasio (T-ácido sulfúrico + K y T-agua oxig. + K).

En lo que respecta al contenido en ácidos húmicos los mayores valores corresponden a la T-agua oxig. + N (22,6% de incremento con respecto a la turba sin tratamiento) y a la T-ácido sulfúrico + N (20,3% de incremento).

Dentro de cada grupo de productos son los enriquecidos en nitrógeno los mas ricos en ácidos húmicos y los enriquecidos en fósforo los mas pobres.

Al estudiar la relación AF/AH vemos que ésta varía de 0,5 a 19,0. El valor mas elevado corresponde a la T-MSN + P y el menor a la T-ácido sulfúrico + K y -- T-ácido sulfúrico + N.

En todos los grupos a excepción de el de Turba-agua oxigenada son los productos enriquecidos en fósforo los que tienen una relación AF/AH mas elevada. En general los valores de esta relación son mayores en los productos preparados que en la turba sin tratamiento lo que nos indica que se ha producido un incremento de ácidos fúlvicos frente a los ácidos húmicos. Unicamente en los tratamientos con ácido sulfúrico parece ser que se ha producido humificación.

El contenido en humus de todos los productos preparados es superior al de la turba sin tratamiento. Al estudiar los distintos grupos es interesante resaltar la gran disminución que se produce en el contenido en humus al enriquecer en fósforo la Turba-MSN.

La tasa de humificación de los productos orgánico-minerales es superior a la turba sin tratamiento - en todos los casos a excepción de la Turba-MSN + P.

En el cuadro nº 14 aparecen los contenidos en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio de los productos preparados.

Respecto al nitrógeno, fósforo y potasio, son como es lógico los productos enriquecidos en estos nutrientes los que mayores contenidos presentan.

La Turba-ácido nítrico + N presenta los valores mas altos de nitrógeno dando lugar a un incremento de un 200% con respecto a la turba sin tratamiento.

El mayor contenido en fósforo corresponde a la Turba-agua oxigen. + P.

Respecto al potasio el mayor valor corresponde a la Turba-ácido nítrico + K.

Los altos contenidos de calcio quedan explicados por el hecho de que se añadió oxido cálcico para -- neutralizar la acidez de los productos especialmente en

Cuadro nº 13.- Fraccionamiento de la materia orgánica de los productos orgánico-minerales preparados.

TRATAMIENTO	%C	%M.O.	Δ	%A.F.	Δ	%A.H.	Δ	AF/AH	s. uml ica os AF + AH	Δ	tasa e humificación	Δ
1. T-sin tratamiento	22,9	39,4		10,8		14,1		0,8	24,9		63,3	
2. T-ác. sulfúrico	29,9	51,4	12,0	17,6	6,8	29,1	15,0	0,6	46,8	21,9	91,0	27,7
3. T-ác. sulfúrico+N	32,3	55,5	16,1	17,5	6,7	34,4	20,3	0,5	51,9	27,0	93,5	30,2
4. T-ác. sulfúrico+P	28,1	48,3	8,9	21,8	11,0	14,5	0,4	1,5	36,3	11,4	75,1	11,8
5. T-ác. sulfúrico+K	30,3	52,1	12,7	15,6	4,8	27,9	13,8	0,5	43,5	18,6	83,5	20,2
6. T-ác. nítrico	40,4	69,5	30,1	37,8	27,0	14,7	0,6	2,6	52,5	27,6	75,5	12,2
7. T-ác. nítrico + N	32,6	56,1	16,7	38,5	27,7	11,6	-2,5	3,3	50,1	25,2	89,3	26,0
8. T-ác. nítrico + P	31,9	54,9	15,5	32,2	21,4	8,3	-5,8	3,8	40,5	15,6	73,8	10,5
9. T-ác. nítrico + K	37,9	65,2	25,8	34,3	23,5	11,2	-2,9	3,1	45,5	20,6	69,8	6,5
0. T-MSN-2	43,6	75,0	35,6	56,2	45,4	8,5	-5,6	6,6	64,7	39,8	86,2	22,9
1. T-MSN + N	43,8	75,3	35,9	51,7	40,9	5,3	-8,8	9,7	57,0	32,1	75,7	12,4
2. T-MSN + P	39,8	68,4	29,0	40,0	29,2	2,1	-12,0	19,0	42,1	17,2	61,5	-1,8
3. T-MSN + K	46,2	79,5	40,1	49,5	38,7	3,2	-10,9	15,4	52,7	27,8	66,3	3,0
4. T-agua oxigenada	46,0	79,1	39,7	43,5	32,7	25,8	11,7	1,7	69,3	44,4	87,6	24,3
5. T-agua oxig. + N	48,5	83,4	44,0	40,0	29,2	36,7	22,6	1,1	76,7	51,8	92,0	28,7
6. T-agua oxig. + P	37,3	64,1	29,7	33,4	22,6	27,9	13,8	1,1	61,3	36,4	95,6	32,3
7. T-agua oxig. + K	46,0	79,1	39,7	30,4	19,6	27,9	13,8	1,1	58,3	33,4	73,7	10,4

T = Turba; MSN = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico).

Δ = % de incremento con respecto a la turba sin tratamiento.

Cuadro nº 14.- Contenido, expresado en %, de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio de los productos orgánico-minerales preparados.

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca
1. T-sin tratamiento	1,2	0,04	0,8	0,1
2. T-ác. sulfúrico	0,8	0,01	0,6	1,1
3. T-ác. sulfúrico + N	1,9	0,02	0,7	0,4
4. T-ác. sulfúrico + P	0,8	1,90	0,6	2,2
5. T-ác. sulfúrico + K	0,8	0,01	3,4	1,6
6. T-ác. nítrico	1,7	0,03	0,9	1,4
7. T-ác. nítrico + N	3,6	0,03	1,0	0,6
8. T-ác. nítrico + P	1,4	3,20	0,7	3,7
9. T-ác. nítrico + K	1,7	0,03	4,4	2,1
10. T-MSN	1,5	0,03	1,6	2,9
11. T-MSN + N	2,8	0,02	0,9	1,0
12. T-MSN + P	1,0	2,54	0,7	3,1
13. T-MSN + K	1,4	0,02	3,8	1,8
14. T-agua oxigenada	0,7	0,03	1,1	1,0
15. T-agua oxigenada + N	1,5	0,03	1,1	0,6
16. T-agua oxigenada + P	0,6	3,80	0,8	3,5
17. T-agua oxigenada + K	0,7	0,03	3,4	1,3

T = Turba ; MSN = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico).

los tratamientos con fósforo ya que éste se añadió en forma de ácido fosfórico.

A los productos orgánico-minerales se decidió llamarlos como sigue:

Turba-ácido sulfúrico + N + P + K = Abonoácido_sulfúrico_

Turba-ácido nítrico + N + P + K = Abono-ácido nítrico

Turba-MSN + N + P + K = Abono-MSN

Turba-agua oxigenada + N + P + K = Abono-agua oxigenada_

APLICACION COMO FERTILIZANTES DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.

1) ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL HUMUS SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTITAS DE LECHUGA.

2) EXPERIMENTO DE INVERNADERO.

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL HUMUS SOBRE EL CRECIMIENTO
DE PLANTITAS DE LECHUGA.

Se planteó esta prueba con el fin de estudiar la influencia del humus contenido en los distintos productos resultantes del tratamiento de la turba por los reactivos elegidos, sobre el crecimiento de la planta de lechuga. Se aplicó el método empleado por Hernando y col. (51).

Como planta de cultivo se eligió la lechuga romana variedad larga verde, de germinación y crecimiento bastante rápido y cuya raíz es recta y poco ramificada.

Las semillas de lechuga fueron previamente seleccionadas escogiendo las mas iguales y eliminando las que no reúnen las condiciones adecuadas para una buena germinación.

Se pusieron a germinar en un cristizador, - sobre papel de filtro humedecido con agua destilada y - en una atmósfera saturada de humedad a 22° C.

A los cinco días de mantenerlas en estas condiciones, la raíz se ha desarrollado en una longitud de medio centímetro aproximadamente, escogiendo para el experimento las plantas cuya raíz tiene exactamente una longitud de medio centímetro.

Una planta previamente seleccionada se colocó en la parte superior de una placa de vidrio, el cual se halla completamente cubierto por una tira de papel de filtro. Dicha placa se introduce en un vaso de vidrio - de 50 ml. de capacidad, y en éste se agrega la solución a experimentar.

Las soluciones alcanzan un nivel de la mitad del vaso aproximadamente, de tal forma que las raíces no llegan a introducirse en la solución, sino que absorben

la misma por capilaridad a través del papel de filtro.

Aplicamos dosis de 20 ppm de humus disuelto - en agua desionizada, introduciendo una prueba en blanco con agua desionizada. Se colocaron cinco repeticiones - de cada tratamiento.

El cultivo se realizó a una temperatura de 22°C y en atmósfera saturada de humedad.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza y se interpretaron posteriormente utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan (27).

Resultados obtenidos

En el cuadro nº 15 quedan señalados los resultados del análisis estadístico. En él podemos observar - la significación entre los distintos humus aplicados. -- Los valores son media de cinco repeticiones.

Con respecto a la parte aérea podemos apreciar como todos los tratamientos presentan aumentos significativos de longitud con respecto a la prueba en blanco.

Las mayores longitudes corresponden a las plantas a las que se aplicó humus procedente de turba tratada con ácido nítrico y de turba tratada con MSN-2. Las - diferencias entre estas longitudes y todas las demás son significativas estadísticamente.

La influencia que sobre la longitud de la parte aérea ejerce el humus extraído de la turba sin tratamiento es significativamente mayor que la ejercida por - el humus procedente de turba-agua oxigenada 55 vol. y -- turba-ác. sulfúrico al 50%.

Las diferencias entre las longitudes de las -- plantas sometidas a la acción del humus extraído de turba-agua oxigenada y turba-ác. sulfúrico también son sig-

nificativas. Así como la diferencia entre el tratamiento turba-ác. sulfúrico y la prueba en blanco.

Vemos pues un efecto beneficioso del humus sobre el crecimiento en longitud de la parte aérea de las plantas de lechuga. Si comparamos el efecto de los distintos humus se aprecia como unos producen incrementos, sobre la prueba en blanco, mayores que otros (cuadro nº 16). Mientras que con el humus de turba-MSN-2 y de turba-ác. nítrico se incrementa la longitud de la parte aérea en un 74%; con humus de turba sin tratar un 49%; con humus de turba-agua oxigenada un 38,8% y con humus de turba-ácido sulfúrico un 30,0%.

Con respecto a la longitud de la raíz podemos apreciar en el cuadro nº 15, como únicamente no presentan aumentos significativos con respecto a la prueba en blanco los tratamientos con el humus de turba-sin tratamiento y de turba-MSN-2.

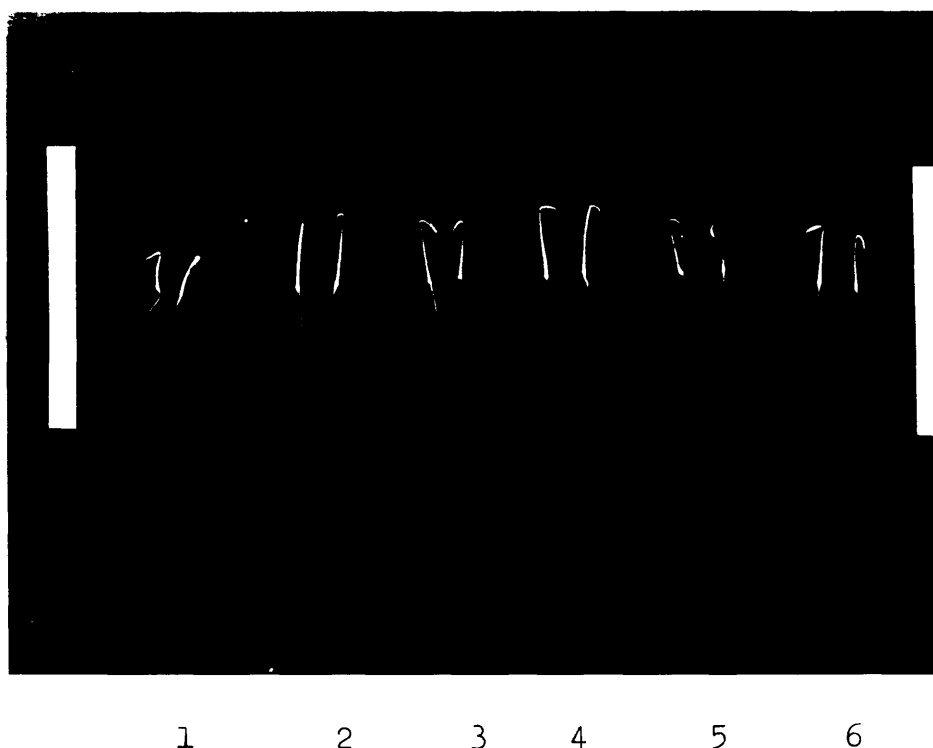
La mayor longitud corresponde al tratamiento con humus extraído de turba-ác. nítrico al 50% que presenta diferencias estadísticamente significativas con el resto de los tratamientos.

Cuadro nº 15.- Estudio estadístico de la influencia del humus contenido en las turbas tratadas sobre el desarrollo de las plantas de lechuga.

TRATAMIENTO	Parte aérea (mm)	Raíz (mm)
Prueba en blanco	8,1 a (*)	10,1 ab
Humus-turba sin tratar	11,9 d	9,9 a
Humus-turba-ác.sulfúrico	10,4 b	14,0 d
Humus-turba-ác.nítrico	14,1 e	19,1 e
Humus-turba-MSN-2	13,9 e	10,9 b
Humus-turba-agua oxigenada	11,1 c	12,1 c

(*) Dentro de una misma columna los valores no seguidos por una misma letra son significativamente diferentes al α 1% de probabilidad.

- 1.Prueba en blanco (Control)
- 2.Humus de Turba-MSN
- 3.Humus de Turba-ác.sulfúrico
- 4.Humus de Turba-ác.nítrico
- 5.Humus de Turba-agua oxigenada
- 6.Humus de Turba-sin tratar



Fotografia 1 .-Acción del humus extraído de las cinco turbas ensayadas sobre el desarrollo de plantitas de lechuga.

El tratamiento con humus de turba-ác. sulfúrico ocupa el segundo lugar en cuanto a la longitud de -- las raíces se refiere, siendo superado su efecto únicamente por el humus extraído de turba-ác. nítrico.

La influencia que sobre la longitud de la raíz ejerce el humus extraído de la turba-agua oxigenada 55 vol. es significativamente mayor que la ejercida por el humus extraído de las turba-MSN-2 y turba sin tratamiento así como por la prueba en blanco. Estos tres tratamientos son estadísticamente iguales.

En el cuadro nº 16 están señalados los incrementos, con respecto a la prueba en blanco, producidos por los distintos tratamientos. Es de resaltar el incremento de un 89% producido por el humus extraído de la turba-ácido nítrico, así como el 38,6% de incremento producido por humus extraído de la turba-ácido sulfúrico.

Vemos pues como el humus extraído de los cuatro productos utilizados da lugar a un incremento de la longitud de la raíz con respecto a la prueba en blanco.

Cuadro nº 16.- Efecto del humus contenido en las turbas tratadas sobre el desarrollo de las plantas de lechuga.

TRATAMIENTO	Parte aérea (mm)	Δ	Raíz (mm)	Δ
Prueba en blanco	8,0		10,1	
Humus-turba sin tratar	11,9	48,8	9,9	-2,0
Humus-turba-ác.sulfúrico	10,4	30,0	14,0	38,6
Humus-turba-ác.nítrico	14,1	76,3	19,1	89,1
Humus-turba-MSN-2	13,9	73,8	10,9	7,9
Humus-turba-agua oxigenada	11,1	38,8	12,1	19,8

Δ = Incremento en % con respecto a la Prueba en blanco.

EXPERIMENTO EN INVERNADERO

Como ya se ha señalado en varias ocasiones a lo largo de la exposición de éste trabajo se trata de -comprobar las propiedades fertilizantes de la turba sometida a la acción de diferentes reactivos. Para ello -se realizó un experimento de invernadero utilizando un único tipo de suelo en tiestos. En cada tiesto se colocaron seis kilogramos de suelo.

Con este experimento se pretende estudiar la influencia de distintos tipos de productos, preparados a partir de una turba, sobre el desarrollo de la lechuga. Nos interesaba también el comparar y estudiar las diferencias producidas por los distintos tratamientos aplicados.

El suelo recibió los siguientes tratamientos:

-- Con el fin de estudiar la influencia de abonado a base de turba sobre el cultivo:

- 3.-Turba-sin tratamiento
- 4.-Turba-ácido sulfúrico al 50%
- 5.-Turba-ácido nítrico al 50%
- 6.-Turba-MSN-2
- 7.-Turba-agua oxigenada 55 vol.

-- Para comprobar la influencia de los distintos productos orgánico-minerales sobre el desarrollo del cultivo:

- 8.-Abono-ácido sulfúrico
- 9.-Abono-ácido nítrico
- 10.-Abono-MSN
- 11.-Abono-agua oxigenada

-- Con la finalidad de ver la influencia del abonado orgánico a base de turba junto a una fertilización normal:

- 12.-Fertilizante + Turba sin tratar
- 13.-Fertilizante + Turba-ácido sulfúrico
- 14.-Fertilizante + Turba-ácido nítrico
- 15.-Fertilizante + Turba-MSN
- 16.-Fertilizante + Turba-agua oxigenada

-- Para estudiar la respuesta de la planta ante un abonado en el que se suministran la mitad de los macronutrientes, necesarios para el normal desarrollo de la planta, en forma mineral y la otra mitad en forma de producto orgánico mineral.

- 17.-1/2 Abono-ácido sulfúrico + 1/2 Fertilizante
- 18.-1/2 Abono-ácido nítrico + 1/2 Fertilizante
- 19.-1/2 Abono-MSN + 1/2 Fertilizante
- 20.-1/2 Abono-agua oxigenada + 1/2 Fertilizante

-- Además se ensayaron:

- 1.-Testigo (Suelo solo)
- 2.-Fertilizante

Se determinaron en el suelo la capacidad de campo y la capacidad de marchitez, así como el tanto por ciento de retención de agua, y de acuerdo con dicho valor se realizó el riego a lo largo de los dos meses de duración del cultivo.

Al cabo de estos dos meses se cosecharon las plantas (raíz y parte aérea).

La determinación del rendimiento en materia seca se realizó mediante el secado del material vegetal en estufa, a una temperatura de 60° C y posterior pesada.

La parte aérea fué sometida a una digestión con mezcla nítrico-perclórico analizándose a continuación los macro y oligoelementos por los procedimientos señalados anteriormente para el análisis del humus y de las turbas.

Se ensayaron cuatro repeticiones por tratamiento y con los resultados obtenidos se realizó el análisis de la varianza interpretándose posteriormente utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan (27).

En el cuadro nº 17 quedan recogidas las características químicas y físico-químicas del suelo empleado para la experiencia de invernadero.

Cuadro nº 17.- Características generales del suelo utilizado en el experimento de invernadero.

Textura	Franco-arenosa
Arena	72,7%
Limo	10,5%
Arcilla	16,0%
pH (KCl)	7,1
pH (H ₂ O)	8,0
CaCO ₃	4,6%
Materia orgánica	0,3%
N total	0,04%
P asimilable	40,6 mg/100 gramos
K asimilable	19,1 mg/100 gramos
Ca asimilable	420 mg/100 gramos
Mg asimilable	14,5 mg/100 gramos

Los elementos asimilables se determinaron utilizando como extractante Acetato amónico a pH = 7.

El P asimilable se determinó utilizando el método Burriel-Hernando (12).

Como puede observarse se trata de un suelo de contenido muy bajo en materia orgánica y nitrógeno, alto en fósforo, medio alto en potasio y algo deficiente en magnesio.

Basándonos en los datos obtenidos del análisis del suelo se dedujo la fórmula de abonado mas adecuada para el cultivo de la lechuga.

De acuerdo con la fórmula de abonado se calculó la cantidad de producto orgánico-mineral que se debía de agregar por tiesto, con el fin de que la fertilización mineral fuese la recomendada; para ello se tuvieron en cuenta los contenidos en nitrógeno, fósforo y potasio de los distintos productos preparados.

Estas cantidades fueron las siguientes:

<u>Producto orgánico-mineral</u>	<u>Cantidad agregada por tiesto</u>
Turba-ácido sulfúrico † P	3,4 gramos
Turba-ácido sulfúrico † K	5,4 "
Turba-ácido sulfúrico † N	9,3 "
	<hr/> 18,1 gramos/tiesto
 Turba-ácido nítrico † P	 1,9 gramos
Turba-ácido nítrico † K	4,1 "
Turba-ácido nítrico † N	6,6 "
	<hr/> 12,6 gramos/tiesto
 Turba-MSN † P	 2,0 gramos
Turba-MSN † K	4,6 "
Turba-MSN † N	7,6 "
	<hr/> 14,2 gramos/tiesto
 Turba-agua oxigenada † P	 1,6 gramos
Turba-agua oxigenada † K	6,5 "
Turba-agua oxigenada † N	10,7 "
	<hr/> 18,8 gramos/tiesto

El abonado orgánico utilizado fué de 20 gramos/tiesto, que es el equivalente a 10.000 Kg./Ha.

RESULTADOS OBTENIDOS

1) Influencia de los distintos tratamientos sobre la - parte aérea.

a) Sobre el peso de la parte aérea fresca.

El cuadro n° 18 nos muestra la acción de los distintos tratamientos sobre la parte aérea fresca de - las plantas de lechuga.

Como se puede observar, los valores obtenidos al aplicar los productos orgánico-minerales son del mismo orden que al aplicar una fertilización mineral.

Es interesante resaltar el hecho de que al añadir los diferentes tipos de turba a un suelo al que se le aplicó una fertilización mineral, se producen pesos superiores de parte aérea fresca, a excepción de la turba sin tratamiento. Especialmente al añadir turba-agua oxigenada 55 vol. que produce un incremento en peso fresco de un 23,8% con respecto a la fertilización mineral.

El estudio estadístico demuestra que el tratamiento Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol., es significativamente superior al resto de los tratamientos. Cuadro n° 19.

Si comparamos los tratamientos Fertilizante + turba entre si, podemos observar como las distintas turbas tratadas producen pesos de parte aérea fresca muy superiores a los obtenidos al añadir turba sin tratar. Las diferencias que aparecen son significativas estadísticamente como podemos comprobar en el cuadro n° 19.

No aparecen diferencias significativas al comparar los pesos de las plantas a las que se aplicaron - los productos orgánico-minerales entre si y con respecto a la fertilización mineral. Las diferencias si son sig-

Cuadro nº 18.- Acción de los distintos tratamientos sobre el peso de la parte aérea y sobre el contenido de humedad.

TRATAMIENTO	gramos parte aérea fresca	gramos parte aérea seca	gramos humedad	%Humedad	gramos agua por 100 g. peso seco
1. Testigo	26,9	2,4	24,5	91,0	1.020,8
2. Fertilizante	79,7	9,9	69,8	87,6	705,1
3. Turba-sin tratamiento	28,2	2,7	25,5	90,4	944,4
4. Turba-MSN	31,5	2,8	28,7	91,1	1.025,0
5. Turba-ác. sulfúrico	23,8	2,2	21,6	90,8	981,8
6. Turba-ác. nítrico	8,8	0,7	8,1	92,0	1.157,1
7. Turba-agua oxigenada	31,9	3,2	28,7	90,0	896,8
8. Abono-MSN	70,6	7,1	63,5	89,9	894,4
9. Abono-ác. sulfúrico	69,9	8,6	61,3	87,7	712,8
10. Abono-ác. nítrico	79,7	6,6	73,1	91,7	1.107,6
11. Abono-agua oxigenada	72,7	9,3	63,4	87,2	681,7
12. Fertilizante+turba-sin tratar	65,5	5,8	59,7	91,1	1.029,3
13. Fertilizante + turba-MSN	79,5	7,5	72,0	90,6	960,0
14. Fertilizante + turba-ác. sulfúr.	83,1	11,1	72,0	86,6	648,6
15. Fertilizante + turba-ác. nítrico	87,3	7,6	79,7	91,3	1.048,7
16. Fertilizante + turba-agua oxigen.	98,4	12,1	86,3	87,7	713,2
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	83,9	10,3	73,6	87,7	714,6
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúr. + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	76,2	9,0	67,2	88,2	746,7
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	84,9	9,5	75,4	88,8	793,7
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen.+ $\frac{1}{2}$ Fertilizante	77,5	9,7	67,8	87,5	699,0

MSN = Mezcla sulfonítrica.

Cuadro nº 19.- Acción de los distintos tratamientos sobre la materia fresca producida.

TRATAMIENTO	Peso parte aérea	Peso raíz	Peso planta
1. Testigo (suelo solo)	26,9 b	6,1 ab	33,0 b
2. Fertilizante	79,7 defg	44,4 fgh	124,1 fg
3. Turba sin tratamiento	28,2 b	6,7 ab	34,9 b
4. Turba-MSN-2	31,5 b	5,5 ab	37,0 bc
5. Turba + ácido sulfúrico 50%	23,8 b	9,0 b	32,8 b
6. Turba-ácido nítrico 50%	8,8 a	1,9 a	10,7 a
7. Turba-agua oxigenada 55 vol.	31,9 b	17,6 c	49,6 c
8. Abono MSN	70,6 cd	27,1 d	97,7 e
9. Abono-ácido sulfúrico	69,9 cd	39,1 efg	109,0 ef
10. Abono-ácido nítrico	79,7 defg	29,4 d	109,1 ef
11. Abono-agua oxigenada	72,7 cde	43,4 efgh	116,0 fg
12. Fertilizante + Turba sin tratar	65,5 c	18,1 c	83,6 d
13. Fertilizante + Turba-MSN	79,5 defg	29,6 d	109,2 ef
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	83,1 efg	46,4 h	129,5 g
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	87,3 f	29,2 d	116,5 fg
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen.	98,4 h	45,0 gh	143,5 h
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	83,9 fg	39,9 efg	123,8 fg
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ácido sulfúr. + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	76,2 def	37,1 e	113,5 fg
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ácido nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	84,9 fg	38,0 ef	121,9 fg
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	77,5 defg	42,2 efgh	119,7 fg

nificativas al comparar el resultado de estos productos con los resultados de aplicar los diferentes tipos de turba. Los resultados también son significativos al compararlos con el suelo sin ningún tipo de fertilización mineral u orgánica.

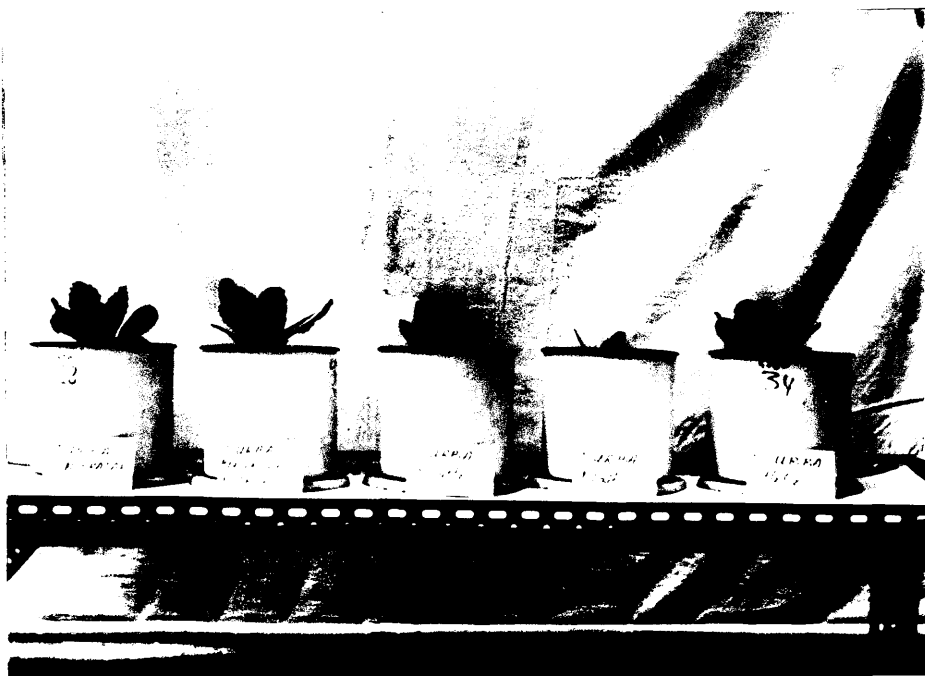
Los valores obtenidos al aplicar al suelo distintos abonados orgánicos a base de turba, son iguales estadísticamente a excepción del resultado de la aplicación de turba-ác. nítrico que es significativamente menor. Si comparamos estos valores (cuadro nº 19) con el testigo, observamos que no hay diferencias significativas a excepción del anteriormente citado, tratamiento con turba-ác. nítrico. Todo esto se puede comprobar en la fotografía nº 2. Estos valores son significativamente inferiores a los obtenidos con todos los tratamientos.

Cuando se aplicaron $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Producto orgánico-mineral, se obtuvieron valores estadísticamente semejantes entre si, e igualmente semejantes a la fertilización mineral.

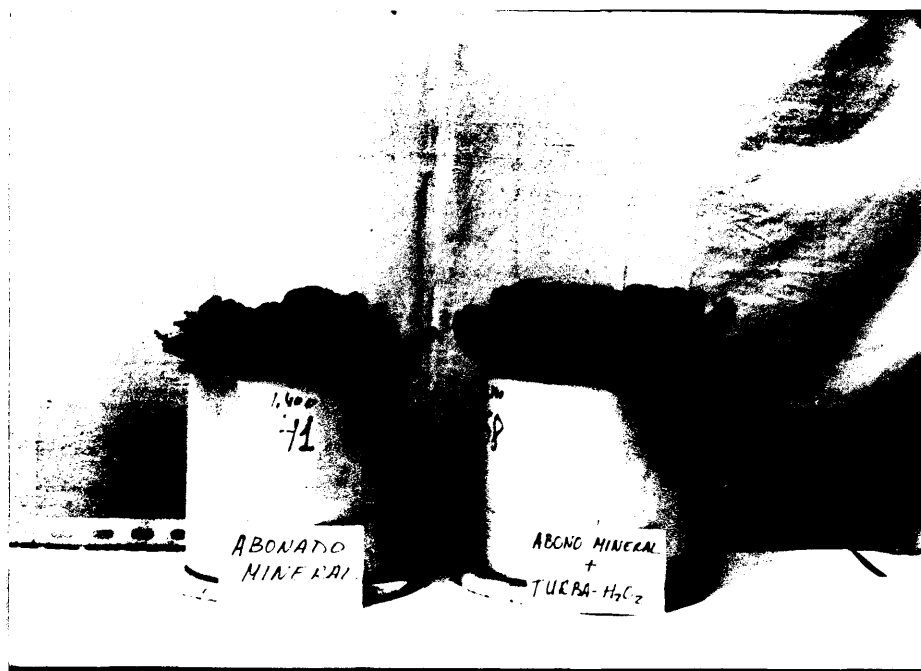
Se observa una acción muy positiva de la turba-agua oxigenada 55 vol. al añadirla a un suelo previamente fertilizado mineralmente, como podemos comprobar en la fotografía nº 3.

Este efecto positivo de la turba-agua oxigenada podemos atribuirlo a que teniendo valores mas altos de ácido fúlvico presenta valores muy superiores de ácido húmico. Es decir que al valor alto de ácido húmico se une una relación AF/AH próxima a 2.

Hemos de resaltar el efecto depresivo producido por la turba-ác. nítrico sobre la parte aérea fresca al aplicarse sobre un suelo no sometido a fertilización mineral. Este efecto desaparece cuando la turba-ác. ní-



Fotografia 2 .-Acción de la turba sometida a los tratamientos ensayados sobre el desarrollo de la planta de lechuga.



Fotografia 3 .-Acción del tratamiento Abono mineral+Turba-agua oxigenada sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

trico ha sido transformada en producto orgánico-mineral o cuando se aplica sobre un suelo al que se añadió también una fertilización mineral normal. Esto podemos observarlo en la fotografía nº 4.

b) Sobre la parte aérea desecada.

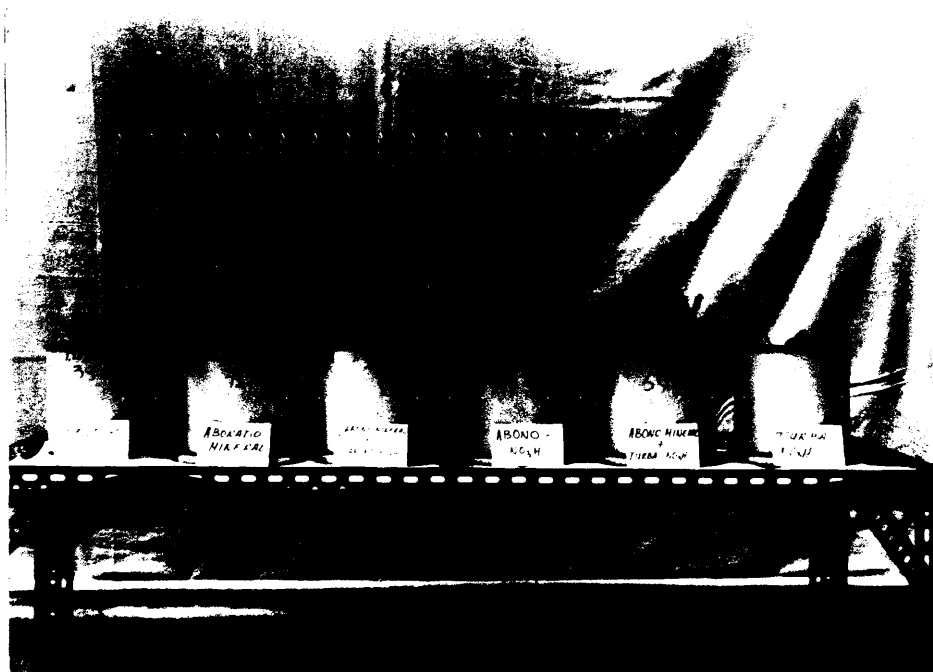
En el cuadro nº 18 podemos ver como también - en materia seca el tratamiento Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol. produce un aumento de peso con relación a una fertilización mineral normal. Este aumento - es de un 22% aproximadamente. En la fotografía nº 3 podemos observar el mayor desarrollo de una planta a la - que se aplicó este tratamiento al compararla con otra a la que se aplicó sólo una fertilización mineral.

También el tratamiento Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico produce aumento de peso con respecto a la fertilización mineral normal, si bien este aumento es sensiblemente menor, (un 12%). Podemos comprobar lo señalado anteriormente en la fotografía nº 5.

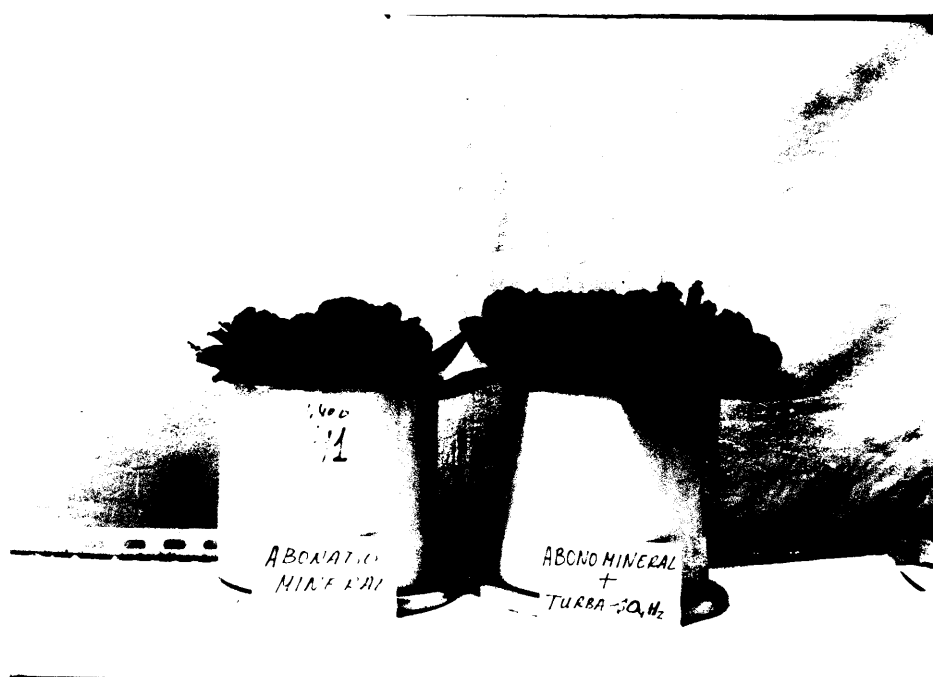
El estudio estadístico realizado nos confirma lo dicho en las líneas anteriores como podemos comprobar en el cuadro nº 20.

Al comparar los valores obtenidos cuando se - aplicaron los cuatro productos orgánico-minerales preparados, se puede observar en el cuadro nº 20 como son estadísticamente iguales dos a dos y todos ellos significativamente superiores a los del testigo. Es interesante resaltar que el tratamiento con Abono-agua oxigenada es desde el punto de vista estadístico igual que el fertilizante.

Cuando se aplicaron las distintas turbas se - obtienen valores estadísticamente iguales al testigo a excepción de la turba-ác. nítrico que como en el caso -



Fotografia 4 .-Acción de los tratamientos en que interviene la Turba-ác.nítrico sobre el desarrollo de la planta de lechuga.



Fotografia 5 .-Acción del tratamiento Abono mineral+Turba-ác. sulfúrico sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

Cuadro nº 20.- Acción de los distintos tratamientos sobre la materia seca producida.

TRATAMIENTO	Peso parte aérea	Peso raíz	Peso planta
1. Testigo (suelo solo)	2,4 b	0,7 ab	3,4 b
2. Fertilizante	9,9 gh	7,6 efg	17,6 ef
3. Turba sin tratamiento	2,7 b	1,0 ab	3,7 b
4. Turba-MSN-2	2,8 b	1,1 ab	3,9 b
5. Turba-ácido sulfúrico 50%	2,2 b	1,5 ab	3,6 b
6. Turba-ácido nítrico 50%	0,7 a	0,2 a	0,9 a
7. Turba-agua oxigenada 55 vol.	3,2 b	2,2 b	5,4 b
8. Abono-MSN	7,1 d	4,6 c	11,7 d
9. Abono-ácido sulfúrico	8,6 ef	7,5 def	16,1 e
10. Abono-ácido nítrico	6,5 cd	5,8 cd	12,4 d
11. Abono-agua oxigenada	9,3 fgh	9,6 h	18,9 fg
12. Fertilizante + Turba sin tratar	5,8 c	2,0 ab	7,8 c
13. Fertilizante + Turba-MSN	7,5 de	5,8 cd	13,4 d
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	11,0 ij	9,3 gh	20,4 g
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	7,6 de	4,9 c	12,5 d
16. Fertilizante + Turba-agua oxigenada	12,0 j	8,9 fgh	21,0 g
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	10,3 hi	8,6 fgh	18,9 fg
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	9,0 fg	7,1 de	16,1 e
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	9,5 fgh	7,5 def	17,0 ef
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	9,7 fgh	9,0 fgh	18,7 fg

del peso fresco es significativamente menor.

Si observamos los valores obtenidos al aplicar una fertilización mineral normal mas las cuatro turbas tratadas vemos que son iguales dos a dos de la misma forma que en el caso de los productos orgánico-minerales, si bien los valores obtenidos con los tratamientos Fertilizante + turba-ác. sulfúrico y Fertilizante + turba-agua oxigenada son significativamente superiores a todos ellos. Podemos observar también como los valores obtenidos al añadir a una fertilización mineral - las cuatro turbas tratadas son superiores estadísticamente al valor obtenido al añadir turba sin tratar.

Vemos por tanto un efecto positivo sobre la parte aérea seca de los tratamientos Fertilizante + turba-ác. sulfúrico y Fertilizante + turba-agua oxigenada.

De la misma forma que en el peso fresco, se observa un efecto depresivo de la turba-ác. nítrico sobre el peso de la parte aérea seca.

c) Sobre el contenido de humedad de la parte aérea.

La cantidad de humedad retenida por la parte aérea varía de unos tratamientos a otros.

La mayor cantidad de agua corresponde al tratamiento Fertilizante + turba-agua oxigenada, y la menor al tratamiento con turba-ác. nítrico como puede observarse en el cuadro nº 18.

Al realizar el estudio estadístico relativo a los gramos de humedad por planta, cuadro nº 21, se puede observar lo expuesto anteriormente, la cantidad de agua extraída por las plantas tratadas con Fertilizante + -- turba-agua oxigenada es significativamente mayor que la del resto de los tratamientos. La menor cantidad de agua es la extraída por el tratamiento turba-ác. nítrico.

Cuadro nº 21.- Acción de los distintos tratamientos sobre el contenido de humedad.

TRATAMIENTO	Parte aérea	Raíz	Planta completa
1. Testigo (suelo solo)	24,5 b *	5,4 ab	29,6 b
2. Fertilizante	69,8 def	36,7 g	106,5 fg
3. Turba sin tratamiento	26,0 b	5,7 ab	31,3 bc
4. Turba-MSN-2	28,7 b	4,4 ab	33,1 bc
5. Turba-ácido sulfúrico 50%	21,6 b	7,6 b	29,3 b
6. Turba-ácido nítrico	8,1 a	1,7 a	9,9 a
7. Turba-agua oxigenada 55 vol.	28,8 b	15,4 c	44,2 c
8. Abono-MSN-2	63,5 cde	22,4 d	86,0 de
9. Abono-ácido sulfúrico	61,4 cd	31,6 ef	93,0 ef
10. Abono-ácido nítrico	73,1 efg	23,5 d	96,7 efg
11. Abono-agua oxigenada	63,4 cde	33,7efg	97,2 efg
12. Fertilizante + Turba sin tratar	59,7 c	16,1 c	75,8 d
13. Fertilizante + Turba-MSN	72,0 efg	23,8 d	95,8 efg
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico.	72,1 efg	37,0 g	109,1 g
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	79,7 gh	24,2 d	102,0 fg
16. Fertilizante + Turba-agua oxigenada	86,3 h	36,1 fg	122,5 h
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	73,5 fg	31,3 ef	104,9 fg
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	67,2 cdef	30,0 e	97,4 efg
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	75,4 fg	30,5 e	104,9 fg
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	67,7 cdef	33,2 efg	101,0 fg

* Los valores de una misma columna no seguidos por una misma letra son significativamente diferentes al nivel 5% de probabilidad.

Es interesante resaltar el hecho de que cuando en un grupo de tratamientos interviene la turba tratada con ácido nítrico, bajo cualquiera de sus formas, las plantas tienen los mayores porcentajes de humedad - como puede comprobarse en el cuadro nº 18.

Al aplicar los productos orgánico-minerales se obtienen plantas con una cantidad de agua significativamente mayor que el testigo y que los tratamientos - con turba, y semejante a la de la fertilización mineral y del resto de los tratamientos a excepción del Fertilizante + turba-agua oxigenada. Los resultados obtenidos para la cantidad de agua por la aplicación de todos los abonos orgánicos a base de turba son iguales a los del testigo excepto para la turba-ác. nítrico que es significativamente menor.

Cuando a una fertilización mineral se le agregan los distintos tipos de turba, observamos como las - turbas tratadas con ácido nítrico y con agua oxigenada inducen a la planta a extraer una cantidad de agua significativamente mayor que las obtenidas con la fertilización mineral.

No aparecen diferencias significativas al aplicar los tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral.

d) Sobre la composición mineral de la parte aérea.

En los cuadros nº 22 y 23 tenemos los datos - analíticos del contenido mineral de la parte aérea, por lo tanto, podremos estudiar la influencia de los diversos tratamientos sobre el contenido por la planta de los siguientes nutrientes:

Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y zinc.

Cuadro nº 22.- Acción de los distintos tratamientos sobre el contenido mineral, expresado en %, de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	Na
1. Testigo	2,1	0,14	5,4	2,1	0,4	0,2
2. Fertilizante	1,2	0,14	4,2	2,0	0,3	0,2
3. Turba-sin tratamiento	1,7	0,13	5,4	2,2	0,4	0,3
4. Turba-MSN	2,5	0,18	6,1	2,9	0,5	0,4
5. Turba-ác. sulfúrico	1,7	0,15	5,7	2,4	0,5	0,3
6. Turba-ác. nítrico	2,3	0,16	6,2	3,3	0,6	0,4
7. Turba-agua oxigenada	1,9	0,14	5,3	2,1	0,4	0,3
8. Abono-MSN	1,5	0,16	5,0	2,4	0,4	0,3
9. Abono-ác. sulfúrico	1,1	0,14	4,1	1,8	0,3	0,3
10. Abono-ác. nítrico	1,7	0,15	5,0	2,1	0,4	0,3
11. Abono-agua oxigenada	1,1	0,13	3,8	1,9	0,3	0,2
12. Fertilizante + Turba sin tratar	2,3	0,34	6,1	1,6	0,4	0,2
13. Fertilizante + Turba-MSN	1,8	0,20	5,8	2,8	0,4	0,3
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	1,0	0,16	4,0	1,9	0,3	0,2
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	2,0	0,20	5,7	2,3	0,4	0,2
16. Fertilizante + Turba-agua oxigenada	1,1	0,15	4,0	1,7	0,3	0,2
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	1,1	0,16	4,2	2,0	0,3	0,2
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	1,2	0,14	4,3	1,9	0,4	0,3
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	1,2	0,16	4,2	2,3	0,3	0,2
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	1,3	0,15	3,8	1,9	0,2	0,2

MSN = Mezcla sulfonítrica.

Influencia sobre el contenido en nitrógeno.

El mayor contenido en nitrógeno corresponde - a las plantas tratadas con turba-MSN-2, seguidas de las tratadas con turba-ác. nítrico. En consonancia con el - tratamiento recibido.

Es interesante resaltar el alto contenido en nitrógeno correspondiente al testigo, si bien la cantidad total de nitrógeno contenida en la parte aérea y por tanto tomada del suelo es de las mas inferiores junto - con la turba-ác. nítrico, hecho lógico debido al pequeño desarrollo de las plantas fertilizadas con estos productos.

Si comparamos el contenido en nitrógeno en -- los distintos grupos de tratamientos, vemos que los mayores porcentajes corresponden a aquellos en que intervienen la turba-MSN-2 y la turba-ác. nítrico a excepción del grupo en que se aplican 1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral cuyos valores son semejantes y - ligeramente inferiores al abonado mineral.

Influencia sobre el contenido en fósforo.

Al estudiar el cuadro nº 22 observamos como - el mayor contenido en fósforo corresponde al tratamiento Fertilizante + turba sin tratar seguido de los tratamientos Fertilizante + turba-MSN-2 y Fertilizante + turba-ác. nítrico, y el menor contenido al Abono-agua oxigenada y a la turba sin tratamiento.

Al estudiar el contenido en fósforo de los -- distintos grupos de tratamientos vemos como los mayores porcentajes corresponden a los tratamientos en los que de alguna manera interviene la turba tratada con MSN-2 y con ácido nítrico.

Los resultados parecen señalar que los ácidos fúlvicos favorecen la absorción del P y los húmicos la dificultan.

Influencia sobre el contenido en potasio.

Los mayores contenidos en potasio corresponden a las plantas desarrolladas sobre el suelo que se sometió a un abonado orgánico a base de turba-MSN-2 y turba-ác. nítrico y fertilizante + turba sin tratamiento, lo que nos indica que de alguna manera influyen en la absorción por las plantas de dicho elemento.

El menor contenido lo presentan las plantas desarrolladas sobre un suelo al que se añadió Abono-agua oxigenada y aquellas tratadas con fertilizante + turba-ác. sulfúrico y fertilizante + turba-agua oxigenada.

Influencia sobre el contenido en calcio.

La turba-ác. nítrico es el tratamiento que mas influye en la absorción de calcio. El contenido de las plantas a las que se aplicó dicho tratamiento sufre un incremento de casi un 70% con respecto a las que se aplicó fertilizante.

El menor contenido en calcio lo presentan las plantas tratadas con fertilizante + Turba sin tratar y con fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol. que como ya hemos señalado presenta uno de los menores contenidos en potasio.

Influencia sobre el contenido en magnesio.

Al estudiar el cuadro nº 22 vemos como la mayoría de los tratamientos producen en las plantas un incremento en el contenido en magnesio, siendo de destacar por su influencia en la absorción de este elemento la turba-ác. nítrico.

Cuadro nº 23.- Contenido, expresado en ppm, de oligoelementos de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Fe	Mn	Zn
1. Testigo	466	115	50
2. Fertilizante	325	105	50
3. Turba-sin tratamiento	526	105	50
4. Turba-MSN	323	176	80
5. Turba-ácido sulfúrico	383	105	70
6. Turba-ácido nítrico	350	160	60
7. Turba-agua oxigenada	415	95	77
8. Abono-MSN	283	167	60
9. Abono-ácido sulfúrico	235	100	55
10. Abono-ácido nítrico	245	130	52
11. Abono-agua oxigenada	206	85	57
12. Fertilizante + Turba-sin tratar	325	53	73
13. Fertilizante + Turba-MSN	230	180	55
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	583	92	55
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	313	130	67
16. Fertilizante + Turba-agua oxigenada	296	85	42
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN	266	137	35
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico	403	97	53
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	326	110	60
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada	245	90	77

MSN = Mezcla sulfonítrica (25% ác. sulfúrico + 25% ác. nítrico).

El tratamiento que implica un menor contenido en magnesio es el 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol.

Como en los anteriores elementos al comparar los distintos grupos de tratamientos, los mayores contenidos en magnesio corresponden a aquellos en que intervienen la turba-MSN-2 y la turba-ác. nítrico a excepción del grupo en que se aplicó 1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral.

Influencia sobre el contenido en sodio.

Respecto al sodio observamos que los contenidos en dicho elemento son altos en todos los tratamientos especialmente en aquellos que se aplicó turba-MSN-2 y turba-agua oxigenada 55 vol.

El contenido menor corresponde a los tratamientos con Fertilizante + turba-ác. sulfúrico y Fertilizante + Turba-agua oxigenada 55 vol.

Influencia sobre el contenido de oligoelementos.

Se ha estudiado el contenido en hierro, manganeso y zinc.

Los mayores contenidos en hierro, manganeso y zinc corresponden a las plantas tratadas con fertilizante + turba-ác. sulfúrico, fertilizante + turba-MSN-2 y turba-MSN-2 respectivamente.

Las plantas que presentan los valores mas inferiores de oligoelementos son las tratadas con Abono-agua oxigenada 55 vol. para el hierro, con Fertilizante + turba sin tratar para el manganeso y con 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2 para el zinc.

Es de resaltar el hecho de que los contenidos en manganeso de las plantas tratadas con turba-agua oxigenada son los mas bajos en cualquiera de sus formas, a

los del resto de los tratamientos.

2) Influencia sobre la Exportación y Alimentación mineral.

Con objeto de estudiar la acción de los diferentes tratamientos sobre la absorción total de nutrientes minerales, se han seguido en parte los conceptos, - tanto de exportación como de alimentación mineral, que Chaminade y Blanchet (13) dan en sus trabajos.

De esta forma se define como exportación total el número de miliequivalentes de nutrientes minerales - extraídos del suelo por la planta.

Distinguimos entre exportación catiónica y -- aniónica según consideremos la suma de cationes o de aniones extraídos.

Así mismo, definimos como alimentación mineral global, al contenido, expresado en miliequivalentes, de los nutrientes minerales existentes en cien gramos de - sustancia vegetal seca.

De la misma forma que en la exportación, en la alimentación también distinguimos la alimentación mineral catiónica y alimentación mineral aniónica.

Hemos referido la exportación y alimentación mineral a los macronutrientes y micronutrientes estudiados, esto es, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y zinc de la parte aérea, por lo tanto, todas las conclusiones deducidas del empleo de estos dos conceptos, se refieren únicamente a - los posibles efectos producidos en la planta por los elementos anteriormente citados.

Para resumir todo lo dicho anteriormente, tanto las expresiones de exportación como de alimentación quedan definidas de la forma siguiente:

- Exportación catiónica = E_c = Suma de miliequivalentes de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ , extraídos del suelo por la planta.

- Exportación aniónica = E_a = Suma de miliequivalentes de NO_3^- y $PO_4^{=}$, extraídos del suelo por la planta.

- Exportación total = E_t = Suma de miliequivalentes de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , NO_3^- y $PO_4^{=}$, extraídos del suelo por la planta.

- Alimentación catiónica = A_c = Suma de miliequivalentes de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ , en 100 gramos de sustancia seca.

- Alimentación aniónica = A_a = Suma de miliequivalentes de NO_3^- y $PO_4^{=}$, en 100 gramos de sustancia seca.

- Alimentación global = A_g = $A_c + A_a$ = Suma de miliequivalentes de K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , NO_3^- y $PO_4^{=}$, en 100 gramos de sustancia seca.

En el cuadro nº 24 podemos ver la influencia de los distintos tratamientos sobre la exportación y --alimentación mineral de macronutrientes. Se estudiaron ambos efectos por separado.

a) Influencia sobre la exportación mineral de macronutrientes.

Al tratamiento "Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol.", corresponde el mayor valor de exportación catiónica. El valor mas inferior corresponde al tratamiento con "turba-ác. nítrico".

Es de destacar el hecho de que las exportaciones minerales catiónicas aumentan con respecto al fertilizante cuando se añade a éste turba-MSN-2, turba-ác. -sulfúrico y turba-agua oxigenada 55 vol.

Cuadro nº 24.- Acción de los distintos tratamientos sobre la exportación y alimentación mineral de la parte aérea.

TRATAMIENTO	Ec	Ea	Et	Ac	Aa	Ag
1. Testigo	6,8	4,0	10,8	282,1	164,2	446,3
2. Fertilizante	23,7	8,5	32,2	239,4	99,2	338,6
3. Turba sin tratamiento	8,0	3,6	11,6	295,2	131,8	427,0
4. Turba-MSN-2	9,9	5,4	15,3	354,8	194,6	549,4
5. Turba-ác. sulfúrico al 50%	6,8	3,0	9,8	311,5	136,6	448,1
6. Turba-ác. nítrico al 50%	2,7	1,2	3,9	389,7	177,6	567,3
7. Turba-agua oxigenada 55 vol.	9,1	4,7	13,8	285,0	147,8	432,8
8. Abono-MSN	20,7	8,8	29,5	292,0	124,0	416,0
9. Abono-ácido sulfúrico	20,1	8,1	28,2	233,8	95,0	328,8
10. Abono-ácido nítrico	18,0	8,8	26,8	277,1	133,7	410,8
11. Abono-agua oxigenada	21,0	8,6	29,6	226,0	92,6	318,6
12. Fertilizante + Turba sin tratar	16,3	11,0	27,3	280,4	189,7	470,1
13. Fertilizante + Turba-MSN	25,1	11,2	36,3	334,3	149,3	483,6
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	25,3	9,5	34,8	230,2	86,1	316,3
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	23,1	12,3	35,3	304,6	161,4	466,0
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen.	26,4	11,0	37,4	220,2	91,0	311,2
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	25,5	9,3	34,8	246,8	90,5	337,3
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	21,9	8,9	30,8	243,0	98,6	341,6
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	24,5	9,4	33,9	258,6	99,0	357,6
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	21,9	10,4	32,3	226,0	106,6	332,6

Ec = Exportación catiónica; Ea = Exportación aniónica; Et = Exportación total; Ac = Alimentación catiónica;
Aa = Alimentación aniónica y Ag = Alimentación global.

En cuanto a la exportación aniónica el mayor valor corresponde al tratamiento fertilizante + turba-ác. nítrico. Como en el caso anterior los valores mas pequeños han correspondido al tratamiento con turba-ác. nítrico.

Todos los tratamientos de fertilizante + turba y 1/2 fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral indican a un aumento de la exportación aniónica con respecto al fertilizante.

Los valores de la exportación aniónica para los productos orgánico-minerales son del mismo orden que para el fertilizante.

Todos los tratamientos con turba dan lugar a un descenso en la exportación aniónica de las plantas de lechuga al compararlos con el fertilizante.

La exportación total presenta el valor mas alto en las plantas sometidas a un tratamiento con Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol., y el valor mas bajo las sometidas a un tratamiento con turba-ác. nítrico como en las exportaciones aniónica y catiónica.

Como en el caso de la exportación aniónica los tratamientos con Fertilizante + turba presentan -- unos valores de exportación global mayores que el abono mineral, a excepción de Fertilizante + turba sin tratar.

b) Influencia sobre la alimentación mineral de macronutrientes.

El tratamiento con turba-ác. nítrico es el que da lugar al valor mas elevado de alimentación catiónica en la parte aérea de plantas de lechuga. El valor mas bajo corresponde al tratamiento Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol.

Respecto a la alimentación aniónica el máximo valor también corresponde al tratamiento con turba-ác. nítrico.

El valor mas bajo lo presenta el tratamiento Fertilizante + turba-ác. sulfúrico.

En cuanto a la exportación global el valor mas alto corresponde al tratamiento con turba-ác. nítrico y el mas bajo al Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol.

c) Influencia sobre la exportación y alimentación de micronutrientes.

Como ya hemos señalado anteriormente se analizaron hierro, manganeso y zinc.

El tratamiento con Fertilizante + turba-ác. - sulfúrico es el que da lugar al mayor valor de exportación en parte aérea de planta de lechuga. El valor mas bajo corresponde a las plantas abonadas con turba-ác. - nítrico.

Los valores mas elevados de alimentación corresponden a las plantas desarrolladas sobre un suelo - al que se le aplicó un tratamiento de Fertilizante + -- turba-ác. sulfúrico, y los mas inferiores a las abonadas con Abono-agua oxigenada 55 vol.

Todo lo relativo a la exportación y alimentación de oligoelementos lo podemos comprobar en el cuadro nº 25.

3) Influencia de los distintos tratamientos sobre el peso de la raíz.

a) Sobre la raíz fresca.

En el cuadro nº 26 podemos observar como el - máximo peso de la raíz fresca corresponde al tratamiento

Cuadro nº 25.- Acción de los distintos tratamientos sobre la exportación y alimentación de oligoelementos de la parte aérea.

TRATAMIENTO	E	A
1. Testigo	1,5	63,1
2. Fertilizante	4,8	48,0
3. Turba-sin tratamiento	1,8	68,1
4. Turba-MSN	1,6	57,9
5. Turba-ácido sulfúrico	1,2	55,8
6. Turba-ácido nítrico	0,8	57,0
7. Turba-agua oxigenada	1,9	58,7
8. Abono-MSN	3,6	51,0
9. Abono-ácido sulfúrico	3,4	39,0
10. Abono-ácido nítrico	2,8	42,7
11. Abono-agua oxigenada	3,2	34,8
12. Fertilizante + turba-sin tratamiento	2,6	45,0
13. Fertilizante + turba-MSN	3,5	46,5
14. Fertilizante + turba-ácido sulfúrico	8,0	73,0
15. Fertilizante + turba-ácido nítrico	3,6	51,0
16. Fertilizante + turba-agua oxigenada	5,1	42,3
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Abono-MSN	4,5	44,5
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Abono-ácido sulfúrico	5,0	55,3
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Abono-ácido nítrico	4,7	49,6
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Abono-agua oxigenada	4,0	41,2

E = Exportación de oligoelementos. A = Alimentación de oligoelementos.

con Fertilizante + turba-ác. sulfúrico. El peso mas bajo lo presentan las plantas sometidas a un tratamiento con turba-ác. nítrico.

Todos los tratamientos con turba presentan pesos de raíz fresca muy inferiores al fertilizante.

Al comparar por grupos de tratamientos vemos como en el caso de los productos orgánico-minerales, el máximo peso de raíz fresca corresponde al Abono-agua -- oxigenada 55 vol. y que los valores de Abono-MSN-2 y -- Abono-ác. nítrico son inferiores a los de Abono-ác. sulfúrico y Abono-agua oxigenada que son estadísticamente semejantes al fertilizante.

En cuanto a los tratamientos con turba podemos ver como el tratamiento con turba-agua oxigenada es el que mayor peso de raíz fresca presenta. Estadísticamente (cuadro nº 19) las diferencias entre éste valor y los del resto de las turbas así como el del testigo son significativas.

Al estudiar los tratamientos con fertilizante + turba, observamos que los tratamientos Fertilizante + turba-ác. sulfúrico y Fertilizante + turba-agua -- oxigenada 55 vol. son iguales al fertilizante y superiores (cuadro nº 19) a los tratamientos con Fertilizante + turba-MSN-2 y Fertilizante + turba-ác. nítrico. Las plantas tratadas con Fertilizante + turba sin tratar -- presentan unos valores muy inferiores a todos ellos.

Con los tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 - Producto orgánico-mineral, se obtienen valores de peso fresco de raíz muy inferiores y en general del mismo orden que con el abonado mineral.

Es de interés resaltar que en los distintos grupos de tratamientos, a excepción de 1/2 Fertilizante

Cuadro nº 26.- Acción de los distintos tratamientos sobre el peso de la raíz y sobre el contenido de humedad.

TRATAMIENTO	gramos raíz fresca	gramos raíz desecada	gramos humedad	% Humedad	gramos agua por 100 g. peso seco
1. Testigo	6,1	0,7	5,4	88,5	771,4
2. Fertilizante	44,4	7,7	36,7	82,7	476,6
3. Turba-sin tratamiento	6,7	1,0	5,7	85,1	570,0
4. Turba-MSN	5,5	1,1	4,4	80,0	400,0
5. Turba-ácido sulfúrico	9,1	1,5	7,6	83,5	506,7
6. Turba-ácido nítrico	1,9	0,2	1,7	89,5	850,0
7. Turba-agua oxigenada	17,6	2,2	15,4	87,5	700,0
8. Abono-MSN	27,1	4,6	22,5	83,0	489,1
9. Abono-ácido sulfúrico	39,1	7,5	31,6	80,8	421,3
10. Abono-ácido nítrico	29,4	5,8	23,6	80,3	406,9
11. Abono-agua oxigenada	43,4	9,6	33,8	77,9	352,1
12. Fertilizante + Turba sin tratar	18,1	2,0	16,1	89,0	805,0
13. Fertilizante + Turba-MSN	29,2	5,8	23,4	80,1	403,4
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfur.	46,4	9,3	37,1	80,0	398,9
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	29,1	5,0	24,1	82,8	482,0
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen.	45,0	8,9	36,1	80,2	405,6
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	39,9	8,6	31,3	78,4	364,0
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	37,1	7,1	30,0	80,9	422,5
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	38,0	7,5	30,5	80,3	406,7
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigenada + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	42,2	9,0	33,2	78,7	368,9

MSN = Mezcla sulfonítrica.

‡ 1/2 Producto orgánico-mineral, los valores de peso -- fresco de raíz correspondientes a los tratamientos en -- que intervienen la turba MSN-2 y la turba-ác. nítrico -- son iguales entre si e inferiores a aquellos en los que intervienen la turba-ác. sulfúrico y turba-agua oxigena da 55 vol. hecho que se demuestra estadísticamente como puede apreciarse en el cuadro nº 19.

b) Sobre la raíz desecada.

Los valores del peso de raíz desecada aparecen también en el cuadro nº 26. Podemos ver como el máximo valor corresponde a las plantas tratadas con Abono-agua oxigenada 55 vol. que como hemos señalado anteriormente presenta uno de los valores mas altos para el peso fres co.

Con respecto al fertilizante, el Abono-agua - oxigenada 55 vol. produce un aumento de un 16,8% en pe so de raíz desecada.

El peso mas bajo de raíz desecada corresponde a las plantas tratadas con turba-ác. nítrico como en el caso de la raíz fresca.

c) Sobre el contenido de humedad de la raíz.

La mayor cantidad de humedad retenida por la raíz corresponde a los tratamientos con Fertilizante ‡ turba-ác. sulfúrico y con Fertilizante. Los valores mas inferiores corresponden al tratamiento con turba-ác. ní trico.

Es interesante resaltar el comportamiento de la turba-agua oxigenada 55 vol. con respecto al testigo y al resto de las turbas, ya que se produce un incremen to muy grande en el contenido de humedad. Este aumento es estadísticamente significativo como puede verse en -- el cuadro nº 21.

Los productos orgánico-minerales utilizados se comportan de diferente manera en cuanto al contenido de humedad, ya que el Abono-ác. sulfúrico y el Abono-agua oxigenada 55 vol. implican una absorción de -- agua por las plantas estadísticamente mayor que el Abono-MSN-2 y el Abono-ác. nítrico. Sucede algo parecido cuando a un suelo al que se aplicó una fertilización mineral se añaden las cuatro turbas tratadas. Cuando se añade Fertilizante + turba sin tratar, ésta implica una absorción de agua inferior estadísticamente con -- respecto al caso señalado anteriormente.

Al estudiar el grupo de tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral, vemos que no aparecen diferencias significativas entre ellos.

4) Influencia de los distintos tratamientos sobre el peso y contenido de humedad de la planta.

Considerando el peso fresco total de la planta (cuadro nº 27) podemos observar que el tratamiento -- que mas influyó en este aspecto es el Fertilizante + -- turba-agua oxigenada 55 vol.. Este tratamiento induce -- un incremento de un 15,7% en peso fresco con respecto -- al fertilizante. En el cuadro nº 19 podemos observar -- también como éste tratamiento es significativamente superior a todos los demás. En la fotografía nº 3 podemos apreciar la diferencia de desarrollo entre las plantas sometidas a un fertilizante y a un fertilizante + turba --agua oxigenada 55 vol.

Los productos orgánico-minerales aplicados tienen una respuesta en lo que al peso total se refiere estadísticamente semejante, a excepción del Abono-agua oxigenada 55 vol. que presenta unas diferencias significativas con respecto al Abono MSN-2.

Cuadro nº 27.- Acción de los distintos tratamientos sobre el peso de la planta y sobre el contenido de humedad.

TRATAMIENTO	gramos planta fresco	gramos planta seca	gramos humedad	%Humedad	gramos agua por 100 g. peso seco
1. Testigo	33,0	3,1	29,9	90,6	964,5
2. Fertilizante	124,1	17,6	106,5	85,8	605,1
3. Turba-sin tratamiento	34,9	3,7	31,2	89,4	843,2
4. Turba-MSN	37,0	3,9	33,1	89,5	848,7
5. Turba-ácido sulfúrico	32,9	3,7	29,2	88,8	789,2
6. Turba-ácido nítrico	10,7	0,9	9,8	91,6	1.088,9
7. Turba-agua oxigenada	49,5	5,4	44,1	89,1	816,7
8. Abono-MSN	97,7	11,7	86,0	88,0	735,0
9. Abono-ácido sulfúrico	109,0	16,1	92,9	85,2	577,0
10. Abono-ácido nítrico	109,1	12,4	96,7	88,6	779,8
11. Abono-agua oxigenada	116,1	18,9	97,2	83,7	514,3
12. Fertilizante + Turba sin tratar	83,6	7,8	75,8	90,7	971,8
13. Fertilizante + Turba-MSN	108,7	13,3	95,4	87,8	717,3
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	129,5	20,4	109,1	84,2	534,8
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	116,4	12,6	103,8	89,2	823,8
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen.	143,4	21,0	122,4	85,4	582,9
17. $\frac{1}{2}$ Ab-MSN + $\frac{1}{2}$ Fertilizante	123,8	18,9	104,9	84,7	555,0
18. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	113,3	16,1	97,2	85,8	603,7
19. $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	122,9	17,0	105,9	86,2	622,9
20. $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen. + $\frac{1}{2}$ Fertiliz.	119,7	18,7	101,0	84,4	540,1

MSN = Mezcla sulfonítrica.

La aplicación de $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Producto orgánico-mineral no da lugar a ninguna diferencia significativa con respecto al fertilizante.

En lo referente al peso de la planta desecada, los tratamientos Fertilizante + turba-ác. sulfúrico y Fertilizante + turba-agua oxigenada 55 vol. son los que mayor rendimiento producen. Estos dos tratamientos son significativamente superiores a todos los demás como se puede comprobar en el cuadro nº 20. El incremento con respecto al fertilizante es de un 16% y de un 19% respectivamente.

Estos resultados pueden explicarse en función de la cantidad de sustancias húmicas y el contenido de nitrógeno teniendo en cuenta su acción antagónica, si calculamos los cocientes de ambos valores para cada producto, obtenemos valores en el mismo orden de eficacia observada.

Al estudiar el grupo de tratamientos de productos orgánico-minerales, el mayor rendimiento es el de Abono-agua oxigenada que produce un ligero incremento (un 7,4%) con respecto al fertilizante. Esto lo podemos ver en la fotografía nº 6.

Los tratamientos $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Producto orgánico-mineral prestan rendimientos estadísticamente iguales al fertilizante, si bien para $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono MSN-2 y $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-agua oxigenada 55 vol. se percibe un ligero incremento.

El menor contenido de humedad corresponde al tratamiento con turba-ác. nítrico.

No aparecen diferencias significativas al aplicar los productos orgánico-minerales y compararlos entre sí. Con respecto al fertilizante, el tratamiento con Abono-MSN-2 es significativamente menor.

Los tratamientos con $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Producto orgánico-mineral no inducen ninguna diferencia con respecto al fertilizante.

Con objeto de sistematizar el estudio de los resultados obtenidos en el experimento realizado, creemos sería muy útil comentar estos cuadros agrupando los tratamientos de forma que sean comparables entre si. -- Por consiguiente y siguiendo este criterio los agrupamos como sigue:

- 1) Un primer grupo que estudiaría la influencia de un abonado orgánico de turba sometida a distintos tratamientos sobre el desarrollo vegetal.
- 2) Estudio de la influencia de los productos orgánico-minerales sobre el desarrollo vegetal.
- 3) Acción de una fertilización compuesta por $1/2$ de fertilización mineral + $1/2$ de producto orgánico-mineral.
- 4) Estudio de la influencia sobre el desarrollo vegetal de un abonado de turba sometida a diferentes tratamientos y una fertilización mineral normal.

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE UN ABONADO ORGANICO DE TURBAS SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE LECHUGA.

- Acción sobre la parte aérea desecada.

Los productos orgánicos a que dan lugar los distintos tratamientos de la turba, como se puede comprobar en el cuadro nº 28, se comportan de forma muy diferente cuando se aplican como fertilizantes al cultivo de la planta de lechuga con respecto a la producción de materia vegetal de la parte aérea.

Como podemos ver tanto la turba sin tratar como los tratamientos Turba-MSN-2 y Turba-agua oxigenada 55 vol. producen incrementos de la parte aérea de la planta de lechuga (12,5%, 16,7% y 33,3% respectivamente).

Cuadro nº 28.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos sobre el peso de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos parte aérea fresca	Δ_1	Δ_2	gramos parte aérea desecada	Δ_1	Δ_2	gramos agua por 100g. peso seco	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	26,9			2,4			1.020,8		
3. Turba sin tratar	28,2	4,8		2,7	12,5		944,4	-7,5	
4. Turba-MSN-2	31,5	17,1	11,7	2,8	16,7	3,7	1.025,1	0,4	8,6
5. Turba-ác. sulfúrico	23,8	-11,5	-15,6	2,2	-8,3	-18,5	981,8	-3,8	4,0
6. Turba-ác. nítrico	8,8	-67,3	-68,8	0,7	-70,8	-74,1	1.157,1	13,4	22,5
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	31,9	18,6	13,1	3,2	33,3	18,5	896,7	-12,1	-5,0

Cuadro nº 29.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos sobre el peso de la raíz de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos raíz fresca	Δ_1	Δ_2	gramos raíz desecada	Δ_1	Δ_2	gramos agua por 100g. peso seco	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	6,1			0,7			771,4		
3. Turba sin tratar	6,7	9,8		1,0	42,9		570,0	-26,1	
4. Turba-MSN-2	5,5	-9,8	-17,9	1,1	57,1	10,0	400,0	-48,1	-29,8
5. Turba-ác. sulfúrico	9,1	49,2	35,8	1,5	114,3	50,0	506,7	-34,3	-11,1
6. Turba-ác. nítrico	1,9	-68,9	-71,6	0,2	-71,4	-80,0	850,0	10,2	49,1
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	17,6	188,5	162,7	2,2	214,3	120,0	700,0	-9,3	22,8

Δ_1 = Incremento en % con respecto al testigo; Δ_2 = Incremento en % con respecto a la turba sin tratar.

También observamos como los tratamientos de la turba con MSN-2 y con Agua oxigenada 55 vol. dan lugar a productos que al ser aplicados al cultivo producen unos incrementos de materia vegetal con respecto a la turba sin tratar de un 3,7% y de un 18,5%.

La Turba-ácido sulfúrico y la Turba-ácido nítrico producen descenso de producción que llega a alcanzar en el caso de la Turba-ácido nítrico valores de un 74,1%.

Vemos también en el cuadro nº 28 como para la producción de 100 g. de materia vegetal seca las plantas tratadas con Turba-agua oxigenada 55 vol. necesitan el 12,1% menos agua que el testigo y el 5,0% menos que la turba sin tratar. Esto es, para obtener 100 g. de materia vegetal seca con turba-ácido nítrico necesitamos el 13,4% mas de agua que el testigo y el 22,5% mas que la turba original.

- Acción sobre la raíz desecada.

Vemos en el cuadro nº 29, como todas las turbas a excepción de la Turba-ácido nítrico, producen incrementos notables con respecto al testigo en lo que se refiere a la producción de materia vegetal de la raíz. Son de destacar los correspondientes a la Turba-ácido sulfúrico y la Turba-agua oxigenada con unos aumentos de 114,3% y 214,3%.

Estos dos tratamientos también dan lugar a aumentos de producción de raíz (50,0% y 120,0%) al compararlos con la turba sin tratar.

Por el contrario, la Turba-ácido nítrico produce un descenso de producción de un 80,0% con respecto a la turba original.

Para producir 100 g. de raíz seca vemos que todas las turbas menos la Turba-ácido nítrico necesitan menor cantidad de agua que el testigo. Este descenso es de un 48,1% para la Turba-MSN-2 con respecto al testigo, y con respecto a la Turba sin tratar de un -- 29,8%.

- Acción sobre la planta desecada.

Todas las turbas a excepción de la Turba-ácido nítrico, producen aumentos de rendimiento en materia vegetal de la planta de lechuga, para el caso de la Turba-agua oxigenada 55 vol. llega a ser de un 74,2% (Cuadro nº 30).

Con respecto a la turba original las turbas tratadas con MSN-2 y con agua oxigenada 55 vol. dan lugar a aumentos de producción, con la Turba-ácido sulfúrico se obtienen rendimientos iguales, mientras que con la Turba-ácido nítrico la producción desciende en un -- 75,7%.

En lo que se refiere a la economía hídrica - del cultivo podemos observar en el cuadro nº 30, como para producir 100 g. de materia vegetal seca todos los tratamientos menos la Turba-ácido nítrico provocan una disminución de las necesidades de agua con respecto al testigo. Al comparar con la Turba sin tratar la Turba-ácido sulfúrico y la Turba-agua oxigenada 55 vol. tienen necesidad de menor cantidad de agua para producir 100 g. de materia seca (un 6,4% y un 3,1% menos).

- Acción sobre la Exportación y Alimentación mineral de la parte aérea.

Con respecto a macroelementos se puede observar en el cuadro nº 31 como los mayores valores de ---

Cuadro nº 30.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos sobre el peso de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos planta fresca	Δ_1	Δ_2	gramos planta desecada	Δ_1	Δ_2	gramos agua por 100 g.peso seco	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	33,0			3,1			964,5		
3. Turba sin tratar	34,9	4,8		3,7	19,4		843,2	-12,6	
4. Turba-MSN-2	37,0	12,1	6,0	3,9	25,8	5,4	848,7	-12,0	0,7
5. Turba-ác. sulfúrico	32,9	-0,3	5,7	3,7	19,4	0,0	789,2	-18,2	-6,4
6. Turba-ác. nítrico	10,7	-67,6	-69,3	0,9	-71,0	-75,7	1.088,9	12,9	29,1
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	49,5	50,0	41,8	5,4	74,2	45,9	816,7	-15,3	-3,1

Cuadro nº 31.- Acción de la turba sometida a la acción de los distintos tratamientos sobre la exportación de - macroelementos de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ec	Δ_1	Δ_2	Ea	Δ_1	Δ_2	Et	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	6,8			4,0			10,8		
3. Turba sin tratar	8,0	17,6		3,6	-10,0		11,6	7,4	
4. Turba-MSN-2	9,9	45,6	23,8	5,4	35,0	50,0	15,3	41,7	31,9
5. Turba-ác. sulfúrico	6,8	0,0	-15,0	3,0	-25,0	-16,7	9,8	-9,3	-15,5
6. Turba-ác. nítrico	2,7	-60,3	-63,3	1,2	-70,0	-66,7	3,9	-63,9	-66,4
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	9,1	33,8	13,8	4,7	17,5	30,6	3,8	27,8	19,0

Δ_1 = Incremento en % con respecto al testigo; Δ_2 = Incremento en % con respecto a la turba sin tratar.

Cuadro nº 32.- Acción de la turba sometida a la acción de los distintos tratamientos sobre la alimentación de macroelementos de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ac	Δ_1	Δ_2	Aa	Δ_1	Δ_2	Ag	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	282,1			164,2			446,3		
3. Turba sin tratar	295,2	4,6		131,8	-19,7		427,0	-4,3	
4. Turba-MSN-2	354,8	25,8	20,2	194,6	18,5	47,6	549,4	23,1	28,6
5. Turba-ác. sulfúrico	311,5	10,4	5,5	136,6	-16,8	3,6	448,1	0,4	4,9
6. Turba-ác. nítrico	389,7	38,1	32,0	177,6	8,2	34,7	567,3	27,1	32,9
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	285,0	1,0	-3,5	147,8	-10,0	12,1	432,8	-3,0	1,4

Cuadro nº 33.- Acción de la turba sometida a la acción de los distintos tratamientos sobre la exportación y alimentación de oligoelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Et	Δ_1	Δ_2	Ag	Δ_1	Δ_2
1. Testigo	1,5			63,1		
3. Turba sin tratar	1,8	21,1		68,1	7,9	
4. Turba-MSN-2	1,6	5,9	-12,5	57,9	-8,2	-15,0
5. Turba-ác. sulfúrico	1,2	-19,7	-33,7	55,8	-11,6	-18,1
6. Turba-ác. nítrico	0,8	-48,7	-57,6	57,0	-9,7	-16,3
7. Turba-agua oxigen. 55 vol.	1,9	23,7	2,2	58,7	-7,0	-13,8

Δ_1 = Incremento en % con respecto al testigo; Δ_2 = Incremento en % con respecto a la turba sin tratar.

Exportación catiónica, aniónica y total corresponde a las plantas fertilizadas con Turba-MSN-2 y Turba-agua oxigenada 55 vol. que dan lugar a aumentos muy notables al compararlos con el testigo y con la turba original. La Turba-ácido nítrico da lugar a los valores mas inferiores de exportación mineral.

Al estudiar la Alimentación mineral de macro elementos vemos también en el cuadro nº 32 como en lo referente a la Alimentación catiónica el menor valor -- corresponde a la Turba-agua oxigenada que disminuye -- con respecto a la Turba sin tratar en un 3,5%, esto es para producir 100 g. de materia vegetal seca necesitaríamos una cantidad de cationes inferior en un 3,5% si utilizamos Turba-agua oxigenada 55 vol. que si utilizamos turba sin tratar.

Si estudiamos la Exportación y Alimentación de oligoelementos vemos en el cuadro nº 33 que el valor mas elevado de exportación corresponde al tratamiento Turba-agua oxigenada 55 vol. que se incrementa en un 23,7% con respecto al testigo y en un 2,2% con respecto a la Turba original. La Turba-ácido nítrico origina el valor mas bajo. Las turbas sometidas a los cuatro tratamientos empleados dan lugar a valores inferiores de alimentación al compararlos con el testigo y -- con la turba sin tratamiento.

ACCION DE LOS PRODUCTOS ORGANICO-MINERALES SOBRE EL
DESARROLLO DE LA PLANTA DE LECHUGA.

- Acción sobre la parte aérea desecada.

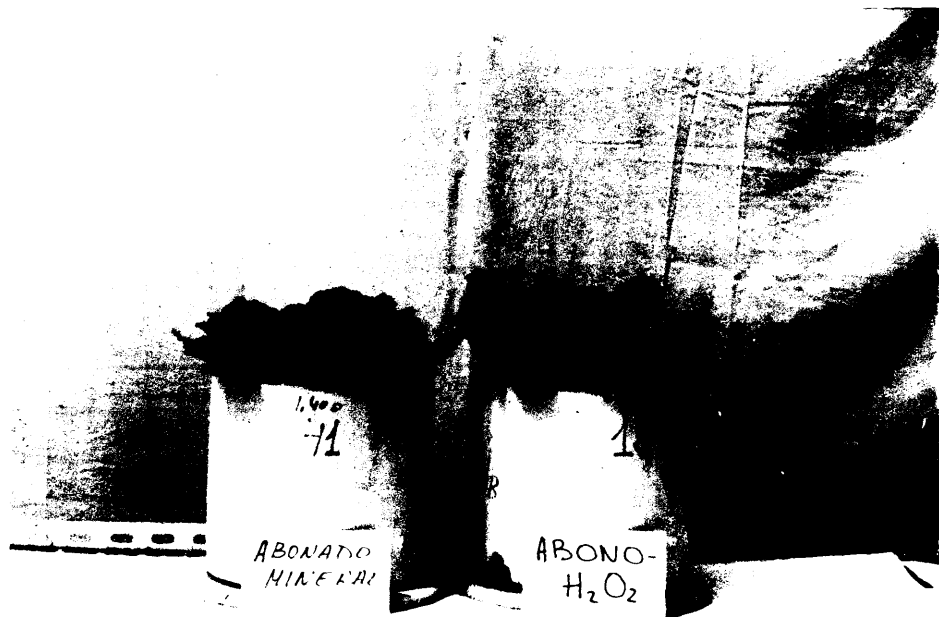
Como vemos en el cuadro nº 34, todos los productos orgánico-minerales provocan una disminución de producción de materia vegetal con respecto a una fertilización mineral.

La cantidad de agua necesaria para la producción de 100 gramos de peso seco es mayor para las plantas fertilizadas con productos orgánico-minerales que las abonadas con una fertilización mineral excepto para el Abono-agua oxigenada 55 vol. que necesita un 3,3% menos.

- Acción sobre la raíz desecada.

Podemos observar en el cuadro nº 35 como el producto orgánico-mineral preparado con el tratamiento de agua oxigenada 55 vol. produce un aumento de rendimiento de un 24,7% con respecto a la fertilización mineral normal en lo que al peso seco de la raíz se refiere. Se aprecia por tanto un claro efecto rizógeno del citado tratamiento que no aparece en el resto de los productos ensayados.

Se puede ver también, en este cuadro, como para la producción de 100 gramos de materia seca las necesidades de agua varían de unos tratamientos a otros, siendo interesante resaltar por su efecto positivo en lo que se refiere a la economía hídrica de la planta, los tratamientos Abono-ác. sulfúrico, Abono-ác. nítrico y Abono-agua oxig. 55 vol. que provocan disminuciones de 11,6; 14,6 y 26,1% en las necesidades de agua con respecto al fertilizante.



Fotografia 6 .-Acción del Abono-agua oxigenada sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

Cuadro nº 34.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre el peso de la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos parte aérea fresca	Δ	gramos parte aérea desecada	Δ	gramos agua 100g. p. seco	Δ
2. Fertilizante	79,7		9,9		705,1	
8. Abono-MSN-2	70,6	-11,4	7,1	-28,3	894,4	26,8
9. Abono-ác. sulfúrico	69,9	-12,3	8,6	-13,1	712,8	1,1
10. Abono-ác. nítrico	79,7	0,0	6,6	-33,3	1.107,6	57,1
11. Abono-agua oxigen. 55 vol.	72,7	-8,8	9,3	-6,1	681,7	-3,3

Cuadro nº 35.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre el peso de la raíz de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos raíz fresca	Δ	gramos raíz desecada	Δ	gramos agua 100g. p. seco	Δ
2. Fertilizante	44,4		7,7		476,6	
8. Abono-MSN-2	27,1	-39,0	4,6	-40,3	489,1	2,6
9. Abono-ác. sulfúrico	39,1	-11,9	7,5	-2,6	421,3	-11,6
10. Abono-ác. nítrico	29,4	-33,9	5,8	-24,7	406,9	-14,6
11. Abono-agua oxigen. 55 vol.	43,4	-2,3	9,6	24,7	352,1	-26,1

Δ = Incremento en % con respecto al fertilizante.

- Acción sobre la planta desecada.

En el cuadro nº 36 podemos ver la influencia de los productos orgánico-minerales sobre el desarrollo de la planta de lechuga. Observamos que todos producen disminuciones de producción con respecto al fertilizante excepto el abono-agua oxigenada 55 vol. que da lugar a un aumento de rendimiento de un 7,4%. Como se señaló en el apartado anterior este incremento es debido al gran efecto rizógeno provocado por el tratamiento que se deja sentir ostensiblemente en el peso de la planta completa.

Con respecto a la economía hídrica vemos que los productos abono-ác. sulfúrico y abono-agua oxigenada 55 vol. disminuyen las necesidades de agua, con respecto al fertilizante para la formación de 100 gramos de sustancia seca, en un 4,6% y en un 15,0% respectivamente.

- Sobre la Exportación y Alimentación mineral de la parte aérea.

En lo referente a macroelementos podemos observar en el cuadro nº 37 como mientras los valores correspondientes a la exportación catiónica y a la exportación total son menores para las plantas fertilizadas con productos orgánico-minerales que para el fertilizante, los valores de la exportación aniónica son superiores excepto para el abono-ác. sulfúrico. Es decir, que en lo que respecta a la absorción por la planta de NO_3^- y $\text{PO}_4^{=}$ la aplicación de abono-MSN-2, abono-ác. nítrico y abono-agua oxigenada 55 vol. produce un efecto beneficioso facilitando la absorción de estos iones.

Cuadro nº 36.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre el peso de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos planta fresca	Δ	gramos planta desecada	Δ	gramos agua 100g. p. seco	Δ
2. Fertilizante	124,1		17,6		605,1	
8. Abono-MSN-2	97,7	-21,3	11,7	-33,5	735,0	21,5
9. Abono-ác. sulfúrico	109,0	-12,2	16,1	-8,5	577,0	-4,6
10. Abono-ác. nítrico	109,1	-12,1	12,4	-29,5	779,8	28,9
11. Abono-agua oxigenada 55 vol.	116,1	-6,4	18,9	7,4	514,3	-15,0

Cuadro nº 37.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre la Exportación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ec	Δ	Ea	Δ	Et	Δ
2. Fertilizante	23,7		8,5		32,2	
8. Abono-MSN-2	20,7	-12,7	8,8	3,5	29,5	-8,4
9. Abono-ác. sulfúrico	20,1	-15,2	8,1	-4,7	28,2	-12,4
10. Abono-ác. nítrico	18,0	-24,1	8,8	3,5	26,8	-16,8
11. Abono-agua oxigenada 55 vol.	21,0	-11,4	8,6	1,2	29,6	-8,1

Δ = Incremento con respecto al fertilizante.

Cuadro nº 38.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre la Alimentación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ac	Δ	Aa	Δ	Ag	Δ
2. Fertilizante	239,4		99,2		338,6	
8. Abono-MSN-2	292,0	22,0	124,0	25,0	416,0	22,9
9. Abono-ác. sulfúrico	233,8	-2,3	95,0	-4,2	328,8	-2,9
10. Abono-ác. nítrico	277,1	15,7	133,7	34,8	410,8	21,3
11. Abono-agua oxigenada 55 vol.	226,0	-5,6	92,6	-6,7	318,6	-5,9

Cuadro nº 39.- Acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre la Exportación y Alimentación de oligoelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Et	Δ	Ag	Δ
2. Fertilizante	4,8		48,0	
8. Abono-MSN-2	3,6	-23,7	51,0	6,3
9. Abono-ác. sulfúrico	3,4	-29,6	39,0	-18,8
10. Abono-ác. nítrico	2,8	-41,4	42,7	-11,0
11. Abono-agua oxigenada 55 vol.	3,2	-31,9	34,8	-27,5

Δ = Incremento con respecto al Fertilizante en %.

La disminución que se presenta en los valores de exportación total es debida fundamentalmente a la menor absorción de cationes por las plantas fertilizadas con producto orgánico-mineral.

Los valores correspondientes a la alimentación de macroelementos quedan señalados en el cuadro nº 38, en él vemos que mientras la aplicación de abono-ác. sulfúrico y abono-agua oxigenada 55 vol. provocan una disminución de alimentación catiónica, alimentación aniónica y alimentación global con respecto al fertilizante, la aplicación de abono-MSN-2 y abono-ác. nítrico dan lugar a incrementos en las tres alimentaciones.

Al estudiar la exportación y alimentación de oligoelementos por la parte aérea, cuadro nº 39, observamos como los valores de exportación correspondientes a las plantas fertilizadas con producto orgánico-mineral son todos inferiores a las fertilizadas con fertilizante. Estos valores significan disminuciones de hasta un 41,4% para el abono-ác. nítrico.

Los valores de alimentación de oligoelementos también son inferiores a los del fertilizante a excepción de las plantas fertilizadas con Abono-MSN-2 que provoca un aumento de un 6,3%. El valor mas pequeño corresponde al abono-agua oxigenada 55 vol. con una disminución de un 27,5% con respecto al abono mineral.

ACCION DE UNA FERTILIZACION COMPUESTA POR 1/2 FERTILI-
ZACION MINERAL + 1/2 PRODUCTO ORGANICO-MINERAL SOBRE -
EL DESARROLLO DE LA PLANTA DE LECHUGA.

- Acción sobre la parte aérea desecada.

En el cuadro nº 40 podemos comprobar como todos los tratamientos, excepto el de 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2, producen descenso de rendimiento aunque todos ellos de muy poca consideración.

Con respecto a las cantidades de agua necesarias para la producción de 100 gramos de peso seco hay muy pequeñas diferencias entre los diversos tratamientos.

- Acción sobre la raíz desecada.

Vemos en el cuadro nº 41 como al aplicar al suelo los tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2 y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol. se producen incrementos de producción de raíz de planta de lechuga al compararlos con una fertilización mineral normal. Estos aumentos son de un 11,7% y de un 16,9% respectivamente.

Los tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-ác. sulfúrico y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-ác. nítrico, dan lugar a disminuciones del rendimiento de raíz como también observamos en el cuadro nº 41.

En lo que se refiere a la economía hídrica, vemos que todos los tratamientos producen efectos beneficiosos en el sentido de que a las plantas les es necesaria menor cantidad de agua para la formación de 100 gramos de peso seco que a las fertilizadas con fertilizante. Esta disminución en las necesidades de agua es de un 23,6% para las plantas fertilizadas con 1/2 Fer-

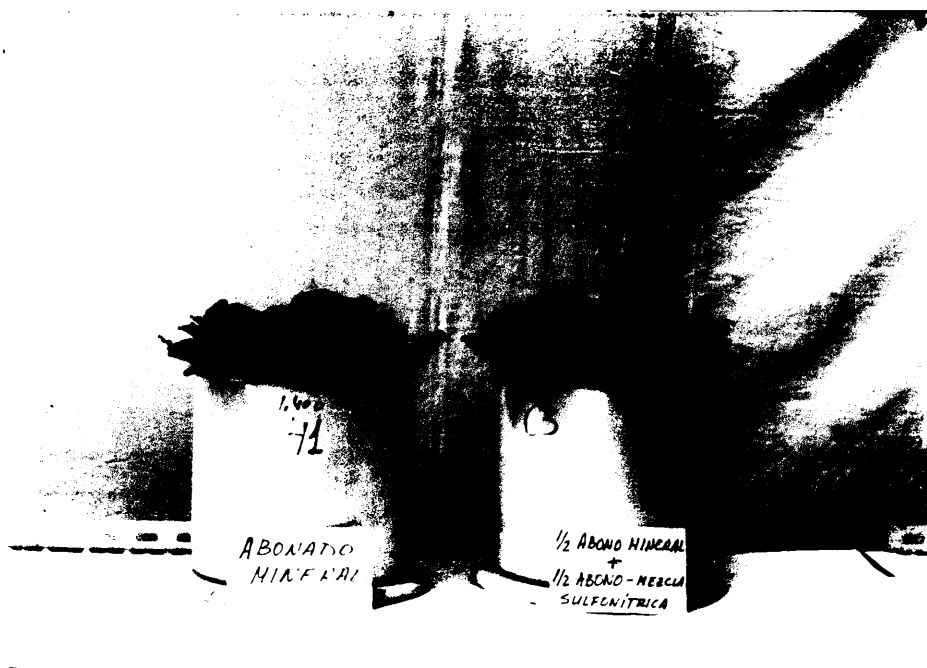
Cuadro nº 40.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos parte aérea fresca	Δ	gramos parte aérea desecada	Δ	gramos agua 100g. P. seco	Δ
2. Fertilizante	79,7		9,9		705,1	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	83,9	5,3	10,3	4,0	714,6	1,3
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico	76,2	-4,3	9,0	-9,1	746,7	5,9
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	84,9	6,5	9,5	-4,0	793,7	12,6
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Agua Oxig. 55 vol.	77,5	-2,8	9,7	-2,0	699,0	-0,9

Cuadro nº 41.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre la raíz de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos raíz fresca	Δ	gramos raíz desecada	Δ	gramos agua 100g. p.seco	Δ
2. Fertilizante	44,4		7,7		476,6	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	39,9	-10,1	8,6	11,7	364,0	-23,6
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfur.	37,1	-16,4	7,1	-7,8	422,5	-11,4
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	38,0	-14,4	7,5	-2,6	406,7	-14,7
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxig. 55 vol	42,2	-5,0	9,0	16,9	368,9	-22,6

Δ = Incremento en % con respecto al fertilizante.



Fotografia 7 .-Acción del tratamiento $\frac{1}{2}$ Abono mineral + $\frac{1}{2}$ Abono-MSN sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

tilizante + 1/2 Abono-MSN-2 y de un 22,6% para aquellas abonadas con 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol.

- Acción sobre la planta desecada.

Como en el caso anterior las plantas desarrolladas sobre un suelo fertilizado con 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol. producen mayor rendimiento en materia vegetal que las fertilizadas con fertilizante dando lugar a incrementos de producción de un 7,4% y un 6,3% respectivamente como podemos comprobar en el cuadro nº 42. En el primer caso este aumento se observaba en la raíz y también en la parte aérea. En el segundo caso todo el incremento de rendimiento que se aprecia es debido al aumento en peso de la raíz observándose de nuevo un efecto rizógeno de la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. que como hemos podido comprobar se mantiene a lo largo de los cuatro grupos de tratamientos (veáanse los cuadros nº 29, 34 y 47 de las páginas 108, 115 y 128).

Respecto a los gramos de agua necesarios para producir 100 gramos de materia seca, vemos que los tratamientos con 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2 y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol. dan lugar a una disminución de un 8,2% y de un 10,7% en la cantidad de agua necesaria para esta producción.

- Acción sobre la Exportación y Alimentación mineral por la parte aérea.

En el cuadro nº 43 observamos como los tratamientos 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2 y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-ác. nítrico producen un aumento en la exportación de macroelementos catiónicos por la par

Cuadro nº 42.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos planta fresca	Δ	gramos planta desecada	Δ	gramos agua 100g. p.seco	Δ
2. Fertilizante	124,1		17,6		605,1	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	123,8	-0,2	18,9	7,4	555,0	-8,2
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúr.	113,3	-8,7	16,1	-8,5	603,7	-0,2
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	122,9	-1,0	17,0	-3,4	622,9	2,9
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen. 55 vol.	119,7	-3,5	18,7	6,3	540,1	-10,7

Cuadro nº 43.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre la Exportación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ec	Δ	Ea	Et	Δ
2. Fertilizante	23,7		8,5	32,2	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	25,5	7,6	9,3	34,8	8,1
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúr.	21,9	-7,6	8,9	30,8	-4,3
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	24,5	3,4	9,4	33,9	5,3
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen. 55 vol.	21,9	-7,6	10,4	32,3	0,3

Δ = Incremento en % con respecto al fertilizante; Ec = Exportación catiónica; Ea = Exportación aniónica; Et = Exportación total.

Cuadro nº 44.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre la Alimentación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ac	Δ	Aa	Δ	Ag	Δ
2. Fertilizante	239,4		99,2		338,6	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	246,8	3,1	90,5	-8,8	337,7	-0,4
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico	243,0	1,5	98,6	-0,6	341,6	0,9
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	258,6	8,0	99,0	-0,2	357,6	5,6
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen. 55 vol.	226,0	-5,6	106,6	7,5	332,6	-1,8

Cuadro nº 45.- Acción de una fertilización $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Producto orgánico-mineral sobre la Exportación y Alimentación de oligoelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Et	Δ	Ag	Δ
2. Fertilizante	4,8		48,0	
17. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-MSN-2	4,5	-5,3	44,5	-7,3
18. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. sulfúrico	5,0	4,6	55,3	15,2
19. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-ác. nítrico	4,7	-0,8	49,6	3,3
20. $\frac{1}{2}$ Fertilizante + $\frac{1}{2}$ Ab-agua oxigen. 55 vol.	4,0	-16,0	41,2	-14,2

Δ = Incremento en % con respecto al fertilizante; Aa = Alimentación aniónica; Ag = Alimentación catiónica; Ag = Alimentación global; Et = Exportación total oligoelementos; Ag = Alimentación global oligoelementos.

te aérea de las plantas de lechuga con respecto al - fertilizante. Los tratamientos $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-ác. sulfúrico y $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-agua oxigenada 55 vol. provocan una disminución de dicha exportación.

Todos los tratamientos dan lugar a valores mas superiores de exportación aniónica que el fertilizante, siendo de destacar el 22,4% de incremento correspondiente al tratamiento $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-agua oxigenada 55 vol.

En cuanto a la exportación total todos los tratamientos menos $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-ác. - sulfúrico, dan lugar a valores superiores que el abono mineral.

Todos los tratamientos menos $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-agua oxigenada 55 vol. dan lugar a alimentaciones catiónicas superiores al abono mineral como podemos comprobar en el cuadro nº 44.

En el caso de la alimentación aniónica sucede lo contrario, es decir, todos los tratamientos menos $1/2$ Fertilizante + Abono-agua oxigenada 55 vol. - dan lugar a valores mas pequeños que el fertilizante.

Los valores de alimentación global son prácticamente del mismo orden, si bien se produce un incremento del 5,6% para el tratamiento $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-ác. nítrico y una disminución del 1,8% para $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-agua oxigenada 55 vol.

Con respecto a la exportación de oligoelementos por la parte aérea, cuadro nº 45, vemos que todos los tratamientos menos $1/2$ Fertilizante + $1/2$ Abono-ác. sulfúrico dan lugar a valores mas inferiores que el fertilizante y que en el caso concreto de $1/2$ Fertilizante

↓ 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol. significa un 16% de disminución.

La alimentación de oligoelementos también - puede observarse en el cuadro nº 45, se observa como los tratamientos 1/2 Fertilizante ↓ 1/2 Abono-MSN-2 y 1/2 Fertilizante ↓ 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol. - tienen los valores mas inferiores que significan un - 7,3% y un 14,2% de disminución con respecto al fertilizante. El tratamiento 1/2 Fertilizante ↓ 1/2 Abono-ác. sulfúrico provoca un incremento del 15,2%.

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE UN ABONADO ORGANICO DE
TURBAS Y UNA FERTILIZACION MINERAL SOBRE EL DESARRO-
LLO DE LA PLANTA DE LECHUGA.

- Acción sobre la parte aérea desecada.

Como podemos observar en el cuadro nº 46, - todas las turbas sometidas a la acción de los distintos reactivos dan lugar a incrementos notables de producción al compararlas con la turba sin tratar. Son de destacar la turba-ác. sulfúrico y la turba-agua oxigenada 55 vol. que provocan incrementos de un 91,4% y de un 108,6% respectivamente, con respecto al rendimiento en materia vegetal seca.

Desde el punto de vista de las necesidades de agua vemos como son las dos turbas citadas anteriormente las que menor cantidad de agua necesitan para la producción de 100 gramos de parte aérea desecada, dando lugar a una reducción del 37,0% y del 30,7% con respecto a la turba sin tratar.

Vemos pues un efecto positivo de las turbas tratadas en lo referente a la producción de parte aérea de planta de lechuga y en general también sobre la economía hídrica de la planta.

- Acción sobre la raíz desecada.

Como en el caso anterior las plantas fertilizadas con las turbas tratadas producen aumentos de producción de raíz de planta de lechuga al compararlas con plantas fertilizadas con turba original. Estos aumentos son muy considerables y como podemos ver en el cuadro nº 47 son los siguientes: la turba-MSN-2 un 190,0%, la turba-ác. sulfúrico un 365,0%, la turba-ác. nítrico un 150,0% y la turba-agua oxigenada 55 - vol. un 345,0%.

Cuadro nº 46.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a un fertilizante sobre la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos parte aérea fresca	Δ	gramos parte aérea desecada	Δ	gramos agua 100g. p.seco	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	65,5		5,8		1.029,3	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	79,5	21,4	7,5	29,3	960,0	-6,7
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	83,1	26,9	11,1	91,4	648,6	-37,0
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	87,3	33,3	7,6	31,0	1.048,7	1,9
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen.55vol.	98,4	50,2	12,1	108,6	713,2	-30,7

Cuadro nº 47.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a fertilizante sobre la raíz de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos raíz fresca	Δ	gramos raíz desecada	Δ	gramos agua 100g. p.seco	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	18,1		2,0		805,0	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	29,2	61,3	5,8	190,0	403,4	-49,9
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	46,4	159,4	9,3	365,0	398,9	-50,4
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	29,1	60,8	5,0	150,0	482,0	-40,1
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen. 55vol.	45,0	148,6	8,9	345,0	405,6	-49,6

Δ = Incremento en % con respecto a Fertilizante + Turba sin tratar.

La economía hídrica de la raíz de la planta de lechuga se beneficia al ser aplicados estos productos disminuyendo, con respecto a la turba sin tratar, las necesidades de agua para la formación de 100 gramos de peso seco en un 50% prácticamente para tres de los productos ensayados.

- Acción sobre la planta desecada.

En el cuadro nº 48 vemos la acción sobre el desarrollo de la planta de lechuga de la aplicación de las distintas turbas a un suelo con fertilización mineral. Se puede observar como al ser aplicadas las turbas sometidas a tratamiento, tienen lugar muy grandes incrementos de producción con respecto a la aplicación de turba sin tratar. Estos aumentos de producción son de un 70,5% para la turba-MSN-2, de un 161,5% para la turba-ác. sulfúrico, de un 61,5% para la turba-ác. nítrico y de un 169,2% para la turba-agua oxigenada - 55 vol.

Con respecto a las necesidades hídricas de la planta de lechuga podemos comprobar en el cuadro nº 48 como la aplicación de las cuatro turbas tratadas hacen disminuir las cantidades de agua necesarias para la producción de 100 gramos de materia vegetal seca hasta en un 45,0% como es el caso de la turba-ác. sulfúrico.

- Acción sobre la Exportación y Alimentación mineral de la parte aérea de la planta de lechuga.

Los valores referentes a la exportación y alimentación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga vienen señalados en el cuadro nº 49 y 50.

La exportación catiónica en las plantas -- fertilizadas con las cuatro turbas tratadas presenta valores del mismo orden entre si y todos ellos superiores a los de las plantas fertilizadas con turba sin tratar dando lugar a incrementos de hasta un 62,0% en el caso de la turba-agua oxigenada 55 vol.

Los valores correspondientes a la exportación aniónica son muy diferentes entre si produciéndose tanto aumentos como disminuciones con respecto a la turba original. Es interesante destacar la disminución de un 13,6% provocada por la turba-ác. sulfúrico.

Como en el caso de la exportación catiónica los valores correspondientes a la exportación total -- de las plantas fertilizadas con las turbas tratadas -- son todos superiores a los de las plantas abonadas -- con turba sin tratar dando lugar a incrementos del orden del 30%.

Vemos en el cuadro nº 50 que mientras las -- turbas tratadas con MSN-2 y con ácido nítrico dan lugar a incrementos de alimentación catiónica por la -- parte aérea de las plantas de lechuga, con respecto a la turba sin tratar, la turba-ác. sulfúrico y la turba-agua oxigenada 55 vol. provocan disminuciones en la cantidad de cationes necesarios para la formación de 100 gramos de peso seco.

Con respecto a la alimentación aniónica las plantas fertilizadas con las turbas tratadas presentan valores notablemente inferiores a las fertilizadas con turba sin tratar.

En cuanto a la alimentación global vemos como la turba-ác. sulfúrico y la turba-agua oxigenada 55 vol. dan lugar a disminuciones del orden del 30% con respecto a la turba sin tratar.

Cuadro nº 48.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a fertilizante sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	gramos planta fresca	Δ	gramos planta desecada	Δ	gramos agua 100g p.seco	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	83,6		7,8		971,8	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	108,7	30,0	13,3	70,5	717,3	-26,2
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	125,5	50,1	20,4	161,5	534,8	-45,0
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	116,4	39,2	12,6	61,5	823,8	-15,2
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen. 55 vol.	143,4	71,5	21,0	169,2	582,9	-40,0

Cuadro nº 49.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a fertilizante sobre la Exportación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ec	Δ	Ea	Δ	Et	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	16,3		11,1		27,3	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	25,1	54,0	11,2	1,8	36,3	33,0
14. Fertilizante + Turba-ác.sulfúrico	25,3	55,2	9,5	-13,6	34,8	27,5
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	23,1	41,7	12,3	11,8	35,3	29,3
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen. 55 vol.	26,4	62,0	11,0	0,0	27,4	35,5

Δ = Incremento en % con respecto a Fertilizante + Turba sin tratar.
Ec = Exportación catiónica; Ea = Exportación aniónica; Et = Exportación total.

Cuadro nº 50.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a fertilizante sobre la Alimentación de macroelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Ac	Δ	Aa	Δ	Ag	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	280,4		189,7		470,1	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	334,3	19,2	149,3	-21,3	483,6	2,9
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	230,2	-17,9	86,1	-54,6	316,3	-32,7
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	304,6	8,6	161,4	-14,9	466,0	-0,9
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen. 55 vol.	220,2	-21,5	91,0	-52,0	311,2	-33,8

Cuadro nº 51.- Acción de la turba sometida a los distintos tratamientos junto a fertilizante sobre la Exportación y Alimentación de oligoelementos por la parte aérea de la planta de lechuga.

TRATAMIENTO	Et	Δ	Ag	Δ
12. Fertilizante + Turba sin tratar	2,6		45,0	
13. Fertilizante + Turba-MSN-2	3,5	33,2	46,5	3,3
14. Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	8,0	206,5	73,0	62,2
15. Fertilizante + Turba-ác. nítrico	3,6	36,6	51,0	13,3
16. Fertilizante + Turba-agua oxigen. 55 vol.	5,1	93,5	42,3	-6,0

Δ = Incremento en % con respecto a Fertilizante + Turba sin tratar;
 Ac = Alimentación catiónica; Aa = Alimentación aniónica; Ag = Alimentación global.
 Et = Exportación total; Ag = Alimentación global.

Al estudiar la exportación y alimentación de oligoelementos por la parte aérea de la planta de lechuga vemos en el cuadro nº 51 que los valores correspondientes a la exportación por las plantas fertilizadas con las turbas tratadas son superiores a los de las fertilizadas con turba original siendo destacable el 206,5% de aumento que produce la turba-ác. sulfúrico.

La alimentación de oligoelementos presenta valores muy diversos siendo interesante la disminución de un 6% que produce la turba-agua oxigenada 55 vol. con respecto a la turba sin tratar.

DISCUSSION

DISCUSION

En el presente trabajo hemos sometido una turba a una serie de tratamientos encaminados a modificar esta sustancia orgánica tratando de hacer mas efectivas sus acciones sobre el desarrollo de las plantas.

Naturalmente estos tratamientos influirán sobre las características físico-químicas del humus contenido en estos productos orgánicos, en el que como ya sabemos radican las propiedades fisiológicas, químicas y físicas que hacen de estas sustancias elementos imprescindibles en el suelo bajo el punto de vista de la fertilidad del mismo.

Uno de los aspectos que consideramos importantes a modificar en la turba por los tratamientos, es la cantidad de grupos activos (carboxílicos e hidroxil-fenólicos) ya que ambos intervienen en los procesos de intercambio catiónico. También es de sumo interés el contenido en grupos fenólicos, puesto que la acción de la fracción húmica sobre el desarrollo de las plantas parece estar muy ligada al equilibrio de las funciones fenol \rightleftharpoons quinona (90) con características redox.

Estudio de la acción de los diferentes reactivos sobre la turba.

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente citados se llevaron a cabo sobre la turba una serie de tratamientos que quedan señalados en la página número 29. Estos como se puede observar son de muy distinta naturaleza que abarcan desde los tratamientos ácidos de distinta fuerza hasta los fuertemente alcalinos pasando por los neutros y finalmente, también han sido utilizados reactivos oxidantes.

La elección de estos tratamientos se ha verificado pensando en su posible acción sobre la turba, así creemos que los ácidos con carácter oxidante pueden dar lugar a la creación de nuevos grupos funcionales. Otros reactivos, como por ejemplo el ácido sulfúrico producirán hidrólisis rompiendo las grandes moléculas orgánicas de la turba haciéndola químicamente mas activa (33). Los tratamientos en medio alcalino y en presencia de oxígeno del aire darán lugar a la rotura de las moléculas y al mismo tiempo a oxidaciones parciales con la consiguiente aparición de grupos activos.

En el cuadro nº 1 podemos observar los efectos producidos sobre la turba por los distintos tratamientos, de esta forma vemos toda una serie de variaciones, tanto aumentos como disminuciones en los contenidos de materia orgánica oxidable y humus producidos por los distintos reactivos. Los efectos mas significativos los encontramos en la turba sometida a la acción del agua oxigenada 55 vol. que provoca un incremento de un 39,7% la materia orgánica oxidable y un aumento de un 44,4% en el contenido en humus con respecto a la turba sin tratar. También es de destacar el tratamiento con MSN-2 que da lugar a unos incrementos de 35,6% en materia orgánica oxidable y de un 39,8% en humus.

Una posible explicación a los incrementos en el contenido en materia orgánica oxidable puede ser, - que debido a la acción tanto ácida como oxidante de los tratamientos se produzcan roturas en las grandes moléculas orgánicas dando lugar a compuestos estructuralmente mas simples y por tanto mas fácilmente oxidables.

Los contenidos menores de materia orgánica oxidable y humus, corresponden a los tratamientos con --

hidróxido potásico 2N (disminución de 18,1% y 24,6%) y con Aire-Hidróxido potásico 2N que provoca una disminución de un 15% en materia orgánica oxidable y de un 23,2% en humus con respecto a la turba sin tratar. Este hecho se explica porque los medios fuertemente alcalinos dispersan la materia orgánica humificada que se pierde en la purificación del producto después del tratamiento.

Por lo que se refiere a la tasa de humificación se observa que con respecto a la turba sin tratar, los tratamientos con ácido sulfúrico al 50%, Agua oxigenada 55 vol. y MSN-2 dan lugar a unos incrementos de -- 27,3%, 24,3% y 22,9% respectivamente. Estos sensibles incrementos producidos por los tratamientos citados nos indican que se producen en la turba sustancias orgánicas que son dispersables en medios alcalinos, lo que significa, en definitiva, un aumento de sustancias humificadas lo cual justifica a su vez los incrementos en los contenidos de humus.

En la naturaleza son los microorganismos los que a lo largo del tiempo provocan la degradación de las sustancias orgánicas vegetales dando lugar a la formación del humus. El hecho de que con los tratamientos señalados anteriormente se produzcan incrementos en la tasa de humificación nos indica que se ha producido una rápida humificación por métodos químicos que equivaldría a la que en la naturaleza producen los microorganismos empleando tiempos extraordinariamente superiores.

Como mas adelante comprobaremos, las sustancias producidas por los tratamientos son realmente sustancias húmicas como lo demuestran los espectros de absorción infrarroja (página 46) de las mismas que son totalmente semejantes a las de las sustancias húmicas de la turba sin tratar.

La acción de los distintos tratamientos sobre los contenidos en C, H, N, O, P y Cenizas del humus previamente extraído de las turbas tratadas queda reflejada en el cuadro nº 2. Como vemos se presentan variaciones muy grandes entre los porcentajes de estos elementos que para algunos tratamientos significan incrementos o disminuciones con respecto al humus proveniente de la turba natural.

En lo que respecta al porcentaje en carbono, el tratamiento con MSN-2 da lugar a un humus que presenta un incremento de un 67,5% y el del ácido sulfúrico - al 70% una disminución del 39,2%.

Para el contenido en nitrógeno es el tratamiento con MSN-1 el que da lugar al humus con el valor mas elevado, que significa un incremento con respecto al de la turba sin tratar en un 192,3%. Los menores valores - corresponden a los tratamientos con Acido sulfúrico al 70% y Agua oxigenada 110 vol. que disminuyen en un 46,2%. El aumento tan considerable de nitrógeno en los tratamientos con MSN y con Acido nítrico queda justificado - por el hecho de que en parte el nitrógeno nítrico del - reactivo queda incorporado a las moléculas orgánicas que constituyen el humus.

Observamos también como en el humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos se producen aumentos y disminuciones muy notables en fósforo con respecto al humus de la turba sin tratar.

Estas variaciones en los contenidos por los - distintos humus en C, H, O, N, P que observamos en el - cuadro nº2, son debidos a la diferente acción química - de los reactivos utilizados, esto es, estos reactivos - en los tratamientos empleados debido a su diferente po-
tencial de oxidación, grado de acidez y poder complejan

te atacarán los distintos componentes orgánicos de la turba de modo diferente dando lugar a sustancias con composiciones elementales y moleculares diferentes entre si. Así por ejemplo, los diferentes contenidos en fósforo se podrían explicar debido precisamente a esta diferente intensidad en el ataque por parte de los reactivos utilizados (104).

El mayor contenido en cenizas corresponde al humus extraído de la turba tratada con Acido sulfúrico al 70% que a su vez presente valores bajos de carbono y de oxígeno. Esto es debido a la gran oxidación producida que hace que se desprenda abundante anhídrido carbónico.

Presenta también un gran contenido en cenizas el humus extraído de la turba tratada con Agua oxigenada 110 vol., en éste caso es posible que los metales se hayan oxidado a óxidos metálicos los cuales quedarían englobados en las cenizas.

Mas importancia que los contenidos absolutos en C, H, O y N de las sustancias orgánicas humificadas tienen las relaciones entre ellos. Así por ejemplo como podemos ver en el cuadro nº 3 la relación C/N varía notablemente de unos tratamientos a otros. Con respecto a la relación C/H vemos como el máximo valor corresponde al humus extraído de la turba sin tratamiento lo que -- nos indica según los estudios de Kukhareenko (69) que es la que mayor número de anillos aromáticos presenta. Este hecho es de gran importancia para nuestros propósitos ya que nos indica que hemos conseguido romper uno de estos anillos provocando la aparición de cierto número de grupos activos.

Las diferentes acciones de los reactivos utilizados en los distintos tratamientos también se ponen de manifiesto en los contenidos de grupos funcionales como podemos comprobar en el cuadro nº 4. Así por ejemplo el tratamiento con MSN-2 da lugar a un humus con un aumento de 145 meq/100 g. de grupos fenólicos con respecto al humus extraído de la turba sin tratar, mientras que el Agua oxigenada 110 vol. produce una disminución de estos grupos de 438 meq/100 g.. Si observamos los valores correspondientes a los grupos carboxílicos vemos que en general estos son superiores a los de la turba sin tratamiento lo cual nos indica que se ha producido una oxidación de estos productos como señala Russell (104) quien afirma que el aumento de los grupos carboxílicos indica un aumento de la oxidación.

Por lo expuesto anteriormente vemos que se han obtenido por extracción en medio alcalino todo un conjunto de sustancias orgánicas que se diferencian fundamentalmente entre si en los contenidos en materia orgánica, en la composición elemental, en los grupos funcionales, etc., ahora bien ¿estas sustancias son realmente humus?. Para comprobarlo hemos estudiado los espectros de absorción infrarroja que aunque no nos suministran datos cuantitativos de mucha precisión respecto a los grupos mas característicos en el caso de la materia orgánica humificada, lo cierto es que son de gran ayuda para confirmar el resto de los análisis realizados. Estos espectros se comparan con los del humus extraído de la turba original, y podemos comprobar que se trata de verdaderas sustancias húmicas ya que aparecen representados en el gráfico todos los grupos funcionales y radicales que son característicos de las sustancias húmicas.

En las figuras 1, 2, 3, 4 de las páginas 45 a 46 quedan representados los espectros realizados juntamente con la interpretación correspondiente a las bandas. Al estudiar dichas bandas se pueden ver diferencias notables entre los distintos espectros. Entre ellas podemos señalar:

El tratamiento con Agua oxigenada 110 vol. da lugar al humus con menor cantidad de grupos fenólicos - (bandas de 3.400 y 1.200 cm^{-1}) pudiéndose decir que se ha producido una oxidación de estos grupos a quinonas. Si comparamos este dato con el del cuadro nº 4 (página 42) podemos ver también como por el método de Dragunova es el humus extraído de la turba tratada con Agua oxigenada 110 vol. el que menor cantidad de grupos fenólicos presenta.

El humus extraído de la turba tratada con Acido sulfúrico al 50% presenta una mayor proporción de -- grupos carboxílicos que el humus de la turba original. Se observa en el primero una disminución de las bandas correspondientes a los grupos CH_3 y CH_2 con respecto al segundo por lo que puede pensarse que ha habido oxidación de estos grupos a carboxílicos.

También se puede observar que el humus de la turba tratada con MSN-2 presenta mas grupos CH_3 , CH_2 y COOH que el de la turba original. El hecho de que en este caso apenas aparezca la banda de alcoholes terciarios (1.150 cm^{-1}) nos puede hacer pensar, que tal vez, como consecuencia de estos tratamientos tan fuertes, haya habido una hidrogenación de los alcoholes seguido de una ruptura de la cadena, lo que explicaría que aumentasen las bandas de CH_3 y CH_2 .

Otro aspecto muy interesante a considerar es el referente al contenido en oligoelementos por las distintas sustancias húmicas ya que como sabemos los oligoelementos forman complejos con el humus penetrando en las plantas con mas facilidad que los elementos minerales solos (116). En el análisis realizado para estudiar el contenido en oligoelementos de los distintos humus - podemos ver en el cuadro nº 6 como los tratamientos influyen en el contenido de estos pudiendo dar lugar a derivados de turba específicos para la corrección de deficiencias de oligoelementos en plantas.

También se han realizado los análisis necesarios para el estudio de los macroelementos contenidos en el humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos. En el cuadro nº 5 quedaron señalados los valores correspondientes pudiéndose observar diferencias notables de unos tratamientos a otros.

Elección de los tratamientos mas adecuados

Una vez estudiados los productos a que dan lugar los diversos tratamientos sobre la turba hemos de elegir los que por sus características parezcan mas idóneos bajo el punto de vista de su acción sobre las plantas.

Como ya se señaló en la parte experimental de este trabajo los criterios que se han seguido para esta elección fueron: a) Contenido en materia orgánica oxidable. b) Contenido en humus. c) Tasa de humificación. d) Características del humus contenido en la turba tratada con diferentes reactivos.

Se eligieron los siguientes tratamientos:

- Acido sulfúrico al 50%
- Acido nítrico al 50%

- MSN-2
- Agua oxigenada 55 vol.

Todos los tratamientos elegidos dan lugar a contenidos elevados de materia orgánica oxidable. Estos contenidos al compararlos con el de la turba sin tratamiento suponen incrementos muy notables que quedan señalados a continuación: -Turba-ácido sulfúrico al 50% un 12,0%; -Turba-ácido nítrico un 30,1%; -Turba-MSN-2 un 35,6% y -Turba-agua oxigenada 55 vol. un 39,7% (Cuadro nº 52).

El humus contenido en las turbas elegidas se presenta en cantidades superiores que en la turba sin tratar, produciéndose los siguientes incrementos 21,9 27,6 ; 39,8 y 44,4% respectivamente.

Al estudiar la tasa de humificación de la turba sometida a los diferentes tratamientos, son los elegidos los que dan lugar a los mayores valores produciéndose unos incrementos que indican que se ha producido una humificación debida a la acción de estos reactivos.

Cuadro nº 52.

TRATAMIENTO	M.O.(oxi.)%	Δ	Humus	Δ	T.H.	Δ
Turba sin tratamiento	39,4		24,9		63,3	
Turba-ácido sulfúrico 50%	51,4	12,0	46,8	21,9	91,0	27,3
Turba-ácido nítrico 50%	69,5	30,1	52,5	27,6	75,5	12,2
Turba-MSN-2	75,0	35,6	64,7	39,8	86,2	22,9
Turba-agua oxigenada 55 vol.	79,1	39,7	69,3	44,4	87,6	24,3

Δ = Incremento en % con respecto a la Turba-sin tratamiento.

Al estudiar las características del humus vemos que con respecto al contenido en grupos funcionales, todos los tratamientos elegidos dan lugar a aumentos en el contenido de dichos grupos a excepción del ácido nítrico. Como ya hemos señalado se eligió este tratamiento porque presentaba uno de los valores mas altos en cuanto al contenido en humus se refiere y además porque presentaba valores altos de nitrógeno y para la suma de hierro y aluminio.

Los tratamientos elegidos como acabamos de ver se caracterizan porque dan lugar en el humus a la formación de un gran número de grupos funcionales (carboxílicos e hidroxil-fenólicos), hecho de gran importancia ya que están relacionados directamente con la capacidad de cambio y en las reacciones de las que se deriva una influencia sobre la fisiología de la planta.

También el humus de la turba sometida a la acción de los tratamientos elegidos presenta generalmente los valores mas altos en cuanto al contenido en carbono, hecho de gran interés como se señaló anteriormente (11).

Es muy interesante el hecho del incremento que producen los distintos tratamientos en el contenido en humus, aunque lo realmente importante es el conocimiento de las fracciones de que está compuesta la materia orgánica humificada. Como se ha comprobado en el cuadro nº 10 (página 58), la acción de los distintos reactivos empleados se manifiesta claramente dirigiendo la humificación tanto en el sentido de la formación de ácidos húmicos como en la de ácidos fúlvicos. Este hecho queda reflejado al comprobar como, por ejemplo, el tratamiento con MSN-2 produce un incremento del 45,4% en ácidos fúlvicos y una disminución de un 5,6% en ácidos húmicos

• con respecto a la turba sin tratar. Creemos que este hecho pueda ser debido al intenso ataque producido sobre la turba por la MSN-2 (con una marcada acción tanto ácida como oxidante), que da lugar a roturas en los grandes polímeros orgánicos (lignina, celulosa,) que forman parte de la turba, produciéndose moléculas mucho mas pequeñas que pensamos pasaran a formar parte de la fracción fúlvica, que como ya sabemos está constituida por moléculas de peso molecular mucho menor que el de los ácidos húmicos. Debemos hacer notar que con el citado tratamiento (MSN-2) se produce una disminución en el contenido en ácidos húmicos con respecto a la turba original, de un 14,1 a un 8,5%, este hecho nos hace pensar que el fuerte tratamiento ha atacado a los ácidos húmicos constituyentes de la turba degradándolos y transformándolos en ácidos fúlvicos.

Con los tratamientos elegidos se modificaron también los valores correspondientes a la Capacidad de Cambio Catiónico de la turba produciéndose generalmente aumentos con respecto a la original. La explicación a este hecho la encontramos en las variaciones producidas en los grupos responsables de la C.C. (carboxílicos e hidroxil-fenólicos) que al experimentar aumentos o disminuciones traen consigo las consiguientes variaciones en la capacidad de cambio.

Por todo lo expuesto anteriormente vemos que los productos obtenidos, por la acción de los diversos tratamientos, tienen todas las características correspondientes al humus, esto es, dispersión en medio alcalino, parte de ellos precipitación en medio ácido (fracción húmica), y parte que no precipita (fracción constituida por los ácidos fúlvicos). Los espectros de infrarrojo nos --

caracterizan a estas sustancias como similares a las del humus variando únicamente en la amplitud de las bandas, lo que significa variación en los grupos funcionales, y finalmente el análisis químico tanto cualitativo como -- cuantitativo nos confirma el contenido por estas sustancias de los mismos grupos funcionales que en el humus de la turba sin tratamiento. Por tanto podemos decir que los tratamientos empleados dan lugar a una humificación artificial y acelerada, pero que el resultado de la misma sobre la turba produce sustancias muy similares a las del humus natural.

Enriquecimiento con N, P y K de los productos orgánicos obtenidos.

Nos ha parecido interesante el obtener unos productos orgánico-minerales capaces de ceder nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo de un cultivo evitándose -- de este modo las pérdidas por lavado de los nutrientes minerales. A tal efecto se han realizado unos ensayos utilizando los cuatro productos orgánicos resultantes de los tratamientos elegidos con objeto de enriquecerlos en N, P y K. Como ya hemos visto en la parte experimental (página 69, cuadros nº 13 y 14) se obtienen unos compuestos orgánico-minerales en los cuales se consiguen unos incrementos de hasta un 200% en N, un 9.400% en P y un 450% en K.

El enriquecimiento en NH_4^+ y K^+ de las turbas es relativamente fácil debido a la capacidad de cambio de éstas y su posterior cesión creemos no ha de presentar -- grandes dificultades. Sin embargo con respecto al enriquecimiento en P se han utilizado procedimientos indicados por la bibliografía, aunque creemos que los fosfatos de hierro y aluminio que se forman al introducir el $\text{PO}_4^{=}$

- en la turba, debido a su gran insolubilidad ha de ser ce dido al suelo con gran dificultad.

Diferentes acciones del humus sobre el desarrollo de plan-
titas de lechuga.

Dado que la parte realmente activa de la materia orgánica es la fracción humificada de la misma, hemos creído necesario estudiar el comportamiento frente a plan titas de lechuga del humus extraído de los productos sometidos a la acción de los distintos tratamientos.

Como ya se ha señalado anteriormente estos humus difieren considerablemente en su contenido en ácidos fúlvicos y ácidos húmicos, en su composición elemental, en su contenido en grupos funcionales y en su contenido en macro y oligoelementos (véanse cuadros nº 10, 2, 3, 4, 5 y 6 de las páginas 58, 36, 39, 41, 47 y 49).

Este estudio lo hemos realizado mediante un -- test de crecimiento y el resultado del mismo viene reflejado en la fotografía nº 1 de la página 74 . En ella po demos comprobar la diferente acción de los distintos humus tanto sobre la parte aérea como sobre la raíz.

Estas variaciones en el comportamiento de los distintos humus dan lugar a incrementos en el desarrollo de la parte aérea que varían de un 76,3% para el humus - extraído de la turba tratada con ácido nítrico hasta un 30% para el humus extraído de la turba tratada con ácido sulfúrico.

De la misma forma se producen variaciones en el desarrollo de la raíz que van desde un 89,1% de incremento para el humus extraído de la turba tratada con ácido nítrico, a una disminución de un 2,0% para el humus extraído de la turba sin tratar.

En la actualidad no se conocen de una forma precisa los mecanismos mediante los cuales las sustancias húmicas actúan sobre el desarrollo vegetal, no obstante se han emitido diferentes hipótesis como consecuencia de los resultados obtenidos por los distintos autores. Parece ser que se produce una interrupción de la fosforilación oxidativa seguida de un intenso proceso de síntesis al aplicar las sustancias húmicas a cultivos hidropónicos (32) (113). También ha sido comprobado que por acción de las sustancias húmicas se intensifica la síntesis de proteínas y de ácidos nucleicos (59) (62). Actualmente se ha comprobado también el hecho de que estas sustancias pueden actuar como verdaderas auxinas al ser aplicadas a test de crecimiento de raíces (116) (89). Ruiz Amil y Flaig (105), Khisteva (59) y Saalbach (110) trabajando con diversas plantas a las que aplican sustancias húmicas demuestran como éstas actúan sobre el contenido en hidratos de carbono de los vegetales y sobre la actividad de algunos enzimas que participan en el metabolismo de los mismos. Esta acción puede ser considerada como una influencia directa sobre el metabolismo glucídico. las sustancias húmicas aplicadas quizás ejerzan su acción activando las reacciones enzimáticas mediante las cuales las sustancias acumuladas en las semillas se metabolizan mas rápidamente dando lugar a un mayor desarrollo. Un hecho parecido ha sido señalado por Cincerova (17) (18) quien hace crecer plantas de semillero en agua destilada y observa que las sustancias húmicas causan disminución de azúcares libres en los tejidos y que a la vez hay una estimulación del crecimiento de la planta.

En nuestro caso creemos que la diferente respuesta de la planta a la aplicación de los distintos humus es debida a la diferente composición de estos como ha quedado señalado anteriormente en el comentario a los análisis realizados.

Resultados de la aplicación en el cultivo de la lechuga, de los diferentes productos orgánicos derivados de la turba.

Una vez obtenidos los diferentes productos resultantes de los tratamientos a los que se ha sometido la turba, hemos procedido a estudiar los efectos que estos productos ejercen al ser aplicados como abonos a un suelo en el cultivo de la planta de lechuga (*Lactuca sativa* variedad Larga verde),

El suelo utilizado fué analizado con objeto de conocer sus necesidades de fertilización y de riego para el cultivo de la lechuga, los datos obtenidos con estos análisis quedaron reflejados en el cuadro nº 17 y comentados en la página 79 .

Vamos a estudiar en primer lugar los efectos que ejercen sobre la planta de lechuga los cuatro productos orgánicos que se obtienen al tratar la turba con mezcla sulfonítrica (MSN-2), ácido sulfúrico, ácido nítrico y agua oxigenada 55 volúmenes.

Según los análisis realizados para conocer el contenido en macro y oligoelementos por las turbas, pudimos comprobar como estos se encuentran en cantidades prácticamente iguales, por tanto las diferencias en la producción que observamos no las podemos atribuir a variaciones de alimentación mineral, por lo que hemos de suponer que es en la parte orgánica de estos abonos donde residen los factores que provocan estas diferencias de producción.

Examinando los resultados obtenidos al aplicar un abonado orgánico de turbas al cultivo de lechuga podemos ver en los cuadros nº 28 y nº 29 como la aplicación de turba-ác. sulfúrico y de turba-ác. nítrico provocaba

descensos de producción tanto en la parte aérea como en la raíz.

Estos hechos podríamos explicarlos suponiendo la existencia en estos abonos de alguna sustancia tóxica producida en la turba por la acción del ácido sulfúrico y del ácido nítrico, aunque esta hipótesis nos vemos obligados a deshecharla ya que el mencionado efecto depresivo desaparece cuando estas turbas son aplicadas junto a fertilizante (cuadro nº 46), lo cual no es lógico, ya que de existir estas sustancias tóxicas se mantendría su --- efecto.

Como ya hemos señalado con anterioridad las acciones del humus sobre el crecimiento de las plantas no están suficientemente claras aunque diversos autores consideran los grupos fenólicos contenidos en el humus como factores que influyen al menos en parte en estas acciones.

Por otra parte en trabajos recientes de Schnitzer (116) se llega a la conclusión de que el humus puede actuar como factor de crecimiento, por tanto hemos de suponer que además de la acción de los grupos fenólicos deben existir otras sustancias que dan al humus su carácter de factor de crecimiento.

Este hecho fué observado también por Bottomley (8) quien llega a la conclusión de que el efecto positivo observado en los cultivos a los que se aplicaron sustancias químicas procedentes de turba era debido a la presencia en ésta de sustancias de tipo auxínico.

También Hillitzer (55) llega a la misma conclusión al aplicar a un cultivo ácidos húmicos.

Sabemos que la lignina constituye uno de los componentes que se encuentran en mayor proporción en la turba. Si examinamos los diferentes modelos propuestos -

para la estructura de la molécula de lignina, podemos -- observar que en todos ellos entran a formar parte todo -- un conjunto de núcleos aromáticos unidos entre sí por cadenas orgánicas lineales. Cabe suponer que al someter la turba, y por tanto la lignina en ella contenida, a la acción de los distintos reactivos empleados, puedan aparecer productos de degradación comprendidos dentro de los considerados con propiedades de acción fisiológica sobre las plantas, como son el naftilcarbamato de metido, N-fenilcarbamato de isopropilo (hidracida maleica) etc, etc.

Como hemos visto por la acción de los distintos reactivos sobre la turba se producen diferentes clases de humus y en distintas cantidades por lo que es lógico suponer su diferente acción sobre el desarrollo de la planta. Este hecho ha sido señalado por Rochus (103) quien -- dice que la estimulación y depresión del crecimiento producido por las sustancias húmicas depende del tipo y concentración de éstas.

Basándonos en la hipótesis de Schnitzer de considerar el humus como factor de crecimiento de un tipo -- similar al de las auxinas y considerando que la aplicación de estas en elevadas cantidades producen efectos depresivos sobre el desarrollo vegetal, podríamos considerar que los tratamientos con ácido sulfúrico y con ácido nítrico al actuar sobre la turba dan lugar a sustancias semejantes a "hormonas vegetales" que provocarían un desequilibrio en el metabolismo general de la planta dando lugar a una considerable disminución en la producción de materia vegetal. Esta hipótesis que sostenemos se ve apoyada por los resultados obtenidos con el test de crecimiento de plantitas de lechuga (cuadro nº 16, página 75) que nos muestra como el humus contenido en estos dos productos orgánicos da lugar a los mayores incrementos en --

la longitud de las plantitas de lechuga. A su vez este hecho lo podemos interpretar si consideramos que las sustancias "activadoras del desarrollo vegetal" contenidas en el humus provocan una activación del metabolismo al tiempo que una mayor y mas rápida movilización de los nutrientes contenidos como reserva en la semilla (110), lo que da lugar a un mayor desarrollo en los estadios iniciales de crecimiento.

Ahora bien, esta activación del metabolismo implica un suministro continuado de nutrientes de tal forma que cuando se agotan los de reserva la planta se encuentra con un metabolismo activado que necesita una cantidad superior de nutrientes, de tal forma que si el medio exterior no se los puede proporcionar se produce un notable descenso de desarrollo con la consiguiente disminución de producción como podemos observar en los cuadros nº 28 y 29.

Lo expuesto anteriormente nos queda confirmado en los cuadros nº 46, 47 y 48 en los que podemos observar, como cuando las plantas tratadas con estos productos se encuentran con cantidades suficientes de elementos minerales, proporcionados por la fertilización mineral, dan lugar a incrementos de producción con respecto a la turba sin tratar.

Sería muy interesante el poder aislar de los productos orgánicos obtenidos por el tratamiento de la turba con ácido nítrico y ácido sulfúrico, la sustancia directamente responsable de la aparición del efecto depresivo sobre el desarrollo de la planta de lechuga. Pensamos en la posible aplicación de estos productos como herbicidas ya que su acción sobre el desarrollo de la planta parece semejante a la forma de actuación de aquellos.

Tanto los conceptos de Exportación como los de Alimentación de nutrientes son especialmente importantes para explicar la nutrición mineral de las plantas.

La exportación nos expresa la cantidad de nutrientes minerales absorbidos por la planta y la alimentación nos indica la cantidad de nutrientes contenidos en 100 gramos de materia seca, lo que equivale a decir que para la formación de 100 gramos de materia vegetal son necesarios una cantidad de nutrientes igual a la alimentación.

El efecto de los abonados con las distintas -- turbas tratadas queda claramente reflejado en las exportaciones minerales que como podemos ver en los cuadros -- nº 31 y 32 las correspondientes a plantas abonadas con -- turba-ác. sulfúrico y con turba-ác. nítrico son considerablemente inferiores al testigo y al resto de las turbas aplicadas lo cual nos indica que al haber sido intensificado el metabolismo de estas plantas, por acción de las sustancias fisiológicamente activas, (y no tener a su disposición cantidades mas elevadas de nutrientes), -- las plantas sufren todo un conjunto de desequilibrios -- funcionales que traen consigo una disminución en la absorción de nutrientes, esto es en la exportación, y por tanto en el rendimiento.

Con respecto a la acción de los distintos productos orgánico-minerales sobre el desarrollo de la planta de lechuga podemos comprobar en el cuadro nº 34 como todos ellos provocan descensos de rendimiento en la producción de la parte aérea. Si tenemos en cuenta que estos productos orgánico-minerales se han obtenido por un cambio de bases para el NH_4^+ y el K^+ y por una reacción entre el Fe y Al con el $\text{PO}_4^{=}$ para el P, hemos de suponer

que estos nutrientes (NH_4^+ , K^+ y $\text{PO}_4^{=}$) quedan retenidos fuertemente por la parte orgánica del abono con lo cual la cesión a la solución del suelo es muy lenta lo que da lugar a una insuficiente absorción de los mismos por la planta lo que trae consigo la mencionada disminución de rendimiento. Este hecho queda reflejado también en los cuadros nº 37 y 38 donde aparecen los valores de la exportación y alimentación mineral.

Es importante resaltar el hecho de que el producto obtenido mediante el tratamiento con agua oxigenada 55 vol. muestra un claro efecto rizógeno, cuadro nº 35, que da lugar a un sensible incremento en la producción de raíz mientras que los demás tratamientos provocan disminuciones en la producción de la misma.

Comparando los incrementos con respecto a la materia vegetal desecada de la parte aérea señalados en los cuadros nº 34 y 40 podemos comprobar como la disminución del rendimiento con respecto a la fertilización mineral producido por un tratamiento a base de 1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral es menor que en el caso del abonado a base de producto orgánico-mineral solamente, incluso en el caso de la aplicación de 1/2 Fertilizante + 1/2 Ab-MSN-2 se produce un incremento de rendimiento con respecto a la fertilización mineral.

Este hecho también nos confirma lo expuesto anteriormente de que los nutrientes minerales en los productos orgánico-minerales están fuertemente retenidos -- por la parte orgánica del abono, motivo por el cual se producían considerables descensos de rendimiento. Con la aplicación de 1/2 Fertilización mineral + 1/2 Producto orgánico-mineral la planta ya encuentra una cantidad mayor de nutrientes que en el caso anterior y por tanto --

los rendimientos aumentan, aunque en la mayoría de los casos siguen siendo inferiores a los correspondientes a la fertilización mineral, lo que nos indica que la nutrición mineral no es aún la óptima.

Todo esto se refleja también en las exportaciones minerales de las plantas fertilizadas con estos compuestos (1/2 Fertilizante + 1/2 Producto orgánico-mineral) que nos indican como las plantas extraen cantidades de elementos nutritivos superiores que las plantas fertilizadas con producto orgánico-mineral (cuadros nº 37 y 43).

El efecto rizógeno que habíamos señalado para el producto orgánico-mineral obtenido con agua oxigenada 55 vol. vemos que sigue manteniéndose cuando este producto se aplica a mitad de dosis, manifestándose también un aumento de rendimiento de la raíz cuando aplicamos 1/2 Fertilizante + 1/2 Ab. MSN-2, como podemos comprobar en el cuadro nº 41.

Variaciones producidas por la turba sometida a los distintos tratamientos en el desarrollo de las plantas de lechuga cultivadas en un suelo con fertilización mineral adecuada

Por todo lo expuesto anteriormente podemos comprobar como los diferentes productos orgánicos a que dan lugar los tratamientos de la turba con los distintos reactivos, en general producen efectos depresivos en la producción de materia vegetal si bien alguno de ellos da lugar a rendimientos superiores a los testigos.

Este hecho tratábamos de explicarlo considerando la presencia, en los productos orgánicos, de determinadas sustancias orgánicas fisiológicamente activas que provocaban una intensificación del metabolismo con la consiguiente necesidad de una mas rápida absorción de nutrien

tes. En los casos estudiados anteriormente estos nutrientes no estaban a disposición de las plantas por quedar, al menos en parte, retenidos por el complejo orgánico, lo que provocaba disminuciones de rendimiento.

Ahora bien, en el caso que nos ocupa, los diversos productos orgánicos se encuentran acompañados de la concentración mineral adecuada de nutrientes para el desarrollo de la planta de lechuga, esto es, las sustancias activadoras del crecimiento contenidas en la parte orgánica activarán el metabolismo de estas plantas las cuales tendrán a su disposición una concentración de nutrientes que les permita absorber las cantidades de estos necesarias para un desarrollo superior al obtenido mediante la aplicación de turba no tratada.

En el estudio que estamos llevando a cabo de la aplicación de un abonado orgánico de turbas juntamente - con una fertilización mineral es donde se pone mas claramente de manifiesto la presencia, en los productos orgánicos obtenidos, de sustancias que provocan un aumento - de producción al compararlas con la turba original apareciendo como consecuencia valores en los rendimientos hasta tres veces superiores al testigo.

Debemos resaltar el efecto rizógeno provocado por la turba-agua oxigenada 55 vol., ya que como podemos observar en el cuadro nº 47 da lugar, en las plantas desarrolladas en un suelo con una fertilización mineral -- . adecuada, a valores en peso cuatro veces superiores al - testigo.

Si repasamos los rendimientos de producción de raíz en los grupos de tratamientos estudiados, podemos - ver en los cuadros nº 29, 34 y 41 como cuando se aplica un producto orgánico preparado mediante tratamiento con

agua oxigenada 55 vol., las plantas abonadas con éste son las que mayores rendimientos en peso seco de raíz presentan al compararlas con el correspondiente testigo.

Es interesante resaltar también la acción que sobre la raíz de las plantas de lechuga, desarrolladas en un suelo fertilizado mineralmente, ejerce la turba-ácido sulfúrico que da lugar a valores del mismo orden que los provocados por la turba-agua oxigenada 55 vol.. Si nos fijamos en el cuadro nº 29 vemos que este efecto de la turba-ácido sulfúrico ya se observa al aplicar al suelo este producto sin aportación mineral que la acompañe.

Todo lo expuesto anteriormente, justifica una vez mas los resultados obtenidos por diferentes investigadores como Khristeva (59), Flaig (31), Kononova (65), etc., quienes han encontrado que las sustancias húmicas tienen un especial efecto sobre el crecimiento de raíces.

Hemos podido comprobar como en lo que respecta a la economía hídrica de las plantas, los productos resultantes del tratamiento de la turba con diferentes reactivos producen efectos beneficiosos al comparar su acción con la de la turba original, especialmente cuando son aplicados a un suelo previamente fertilizado con nutrientes minerales. Así se puede ver en el cuadro nº 28 como la turba-ácido sulfúrico y la turba-agua oxigenada 55 vol. necesitan un 45% y un 40% menos agua que la turba sin tratar para producir 100 gramos de materia vegetal seca. Debemos resaltar el hecho de que estas dos turbas ya producían una disminución en las necesidades de agua de las plantas cuando eran aplicadas a un suelo sin fertilización mineral alguna (cuadro nº 30) si bien las disminuciones eran mucho menores que en el caso que nos ocupa. También mantienen este efecto sobre la economía -

hídrica cuando estos dos productos son aplicados en forma de producto orgánico-mineral o en forma 1/2 fertilización mineral + 1/2 producto orgánico-mineral como se puede -- comprobar en los cuadros nº 36 y 42.

El agua como parte constituyente fundamental de la materia vegetal, formando parte de la savia y de los diferentes líquidos celulares, está directamente implica en todos los fenómenos relacionados con el metabolismo vegetativo de las plantas. Según lo expuesto anteriormente, las acciones de los diferentes productos orgánicos aplicados, influyen sobre el metabolismo produciendo plantas de mayor desarrollo y peso, a la vez que esta alteración metabólica debe incidir sobre la economía hídrica con la consecuencia de ser necesarias cantidades menores de agua para la formación de las sustancias constituyentes de la materia vegetal.

El efecto estimulante sobre la planta de lechuga producido por la aplicación de los productos orgánicos resultantes de la acción de los distintos reactivos, se pone claramente de manifiesto en los grandes incrementos de las exportaciones minerales que realizan las plantas por la acción de estos productos.

Por otra parte la disminución que generalmente tiene lugar en los valores correspondientes a la alimentación, nos indica que las sustancias activas presentes en los productos orgánicos utilizados influyen en la cantidad de nutrientes requeridos por la planta para la formación de la materia vegetal disminuyendo la cantidad necesaria de estos.

Dado que la cantidad de materia mineral en las plantas desarrolladas sobre un suelo abonado con estos - productos, es menor que la correspondiente a la de las -

plantas testigo, hemos de suponer que la acción de estos productos da lugar a un incremento de la parte orgánica vegetal. Es decir, que influirán en la síntesis de los componentes orgánicos de la materia vegetal como son los azúcares, celulosas, ligninas, etc. Esto nos confirma lo expuesto por diferentes investigadores (31) (35) (98) etc. los cuales suponen la acción de las sustancias húmicas sobre el metabolismo de los hidratos de carbono y por tanto sobre la función clorofílica.

En el tratamiento correspondiente al Fertilizante + Turba sin tratar, cuadro nº 48, podemos ver que aparece un descenso de rendimiento si lo comparamos con el fertilizante (cuadro nº 42), lo cual nos demuestra que es esta turba la causante de la disminución en la producción.

Las turbas son materiales vegetales orgánicos - con diferentes grados de humificación, pero todas ellas muy ricas en sustancias carbonadas y pobres en nitrógeno, por lo que agregadas al suelo y al producirse el ataque microbiano de las mismas será necesario un aporte superior de nitrógeno, ya que de no ser así los microorganismos lo tomarán del abonado mineral nitrogenado con el consiguiente perjuicio para el cultivo que se esté desarrollando.

Si tenemos en cuenta que la planta de lechuga es un cultivo cuyas necesidades nitrogenadas son muy elevadas, creemos que esta disminución en el rendimiento -- puede ser debida a la falta de nitrógeno inducida por la competencia con los microorganismos responsables de la descomposición de la turba.

Es interesante hacer notar que este efecto de competencia entre microorganismos y planta queda atenuado e incluso llega a desaparecer, dando lugar a rendimien

tos superiores de producción, cuando aplicamos al suelo la turba sometida a la acción de los tratamientos elegidos como podemos ver también en el cuadro nº 48.

Como ya se ha expuesto repetidas veces la finalidad de este trabajo es el estudio de los efectos que tienen sobre la producción de un cultivo, la aplicación de diferentes productos obtenidos de la turba por la acción de diferentes reactivos.

Naturalmente desde un punto de vista práctico del incremento del rendimiento serán los tratamientos mas adecuados, los que den lugar a producciones superiores a las obtenidas por la aplicación de una fertilización normal. Esto es, obtener mayores rendimientos con las mismas dosis de fertilizantes minerales por acción de los productos obtenidos de la turba. De esta forma en la tabla siguiente exponemos los incrementos de producción de parte aérea con respecto al fertilizante producidos por determinados tratamientos:

TRATAMIENTO	%Incremento (respecto al fertilizante)
Fertilizante + Turba-agua oxigen.	22,2
Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico	12,1
Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2	4,0

Así mismo la acción beneficiosa sobre la raíz producida por algunos de los tratamientos la podemos ver en la tabla siguiente:

TRATAMIENTO	%Incremento (respecto al fertilizante)
Abono-agua oxigenada 55 vol.	24,7
Fertilizante+Turba-ác.sulfúr.	20,8
1/2Fertiliz.+1/2Ab.-agua oxig.	16,9
Fertilizante+Turba-agua oxigen.	15,6
1/2Fertiliz.+1/2Abono-MSN-2	11,7

Mediante los tratamientos a que hemos sometido la turba se han conseguido toda una serie de modificaciones en la misma que afectan al número de grupos funcionales, a la materia orgánica oxidable, a la tasa de humificación y a la relación AF/AH y que como hemos podido comprobar, al aplicar estos productos a un cultivo ejercen, alguno de ellos, efectos positivos sobre la producción de materia vegetal.

El tipo de tratamiento, mediante el ataque de los reactivos utilizados, constituyen procedimientos de laboratorio con los cuales hemos conseguido introducir en la turba las modificaciones anteriormente señaladas. Estos productos obtenidos de turba pueden ser considerados como "productos modelo" para estudiar la posibilidad de su aplicación a los cultivos a fin de obtener aumentos de producción de materia vegetal.

En la hipótesis de querer obtener estos productos a escala industrial, tendríamos que estudiar y elegir los procesos mas adecuados que provocasen modificaciones del tipo de las señaladas anteriormente con la correspondiente rentabilidad.

Queremos hacer notar el hecho de que de la totalidad de los productos obtenidos, mediante la correspondiente acción de los reactivos utilizados, hemos elegido para su posterior aplicación como abonos, aquellos que por sus características nos parecían mas adecuados para producir variaciones de crecimiento en un cultivo.

Indudablemente los restantes productos no ensayados presentan toda una serie de modificaciones estructurales, que nos hacen pensar que al aplicarlos como abonos podrían ejercer efectos beneficiosos desde el punto de vista de aumento de producción, por lo que convendría experimentar con ellos realizando los ensayos adecuados a este fin.

. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Los distintos tratamientos a que se sometió la turba provocaron variaciones en el contenido en humus de - los productos obtenidos.

- La acción de los reactivos utilizados en los distintos tratamientos se pone de manifiesto en los diferentes contenidos en grupos funcionales (carboxílicos y fenólicos) del humus de los productos obtenidos.

- La acción de los distintos reactivos utilizados, da lugar en la turba a variaciones en los contenidos de materia orgánica oxidable.

- En el humus extraído de la turba sometida a la acción de los diferentes reactivos se producen variaciones en - los contenidos en C, H, O, N, P y Cenizas con respecto al humus extraído de la turba original.

- Los reactivos utilizados en el tratamiento de la turba provocan aumentos y disminuciones de macro y oligoelementos en el humus de los productos obtenidos.

- Los productos obtenidos del tratamiento de la turba con los diferentes reactivos, al ser sometidos a extracción alcalina dan lugar a sustancias que al ser comparadas por espectroscopia de absorción infrarroja con el humus extraído de la turba sin tratar, nos demuestran que presentan todas las características de verdaderas sustancias húmicas.

- La acción de los cuatro tratamientos elegidos produce modificaciones en los valores de la Capacidad de - Cambio Catiónico de los productos a que dan lugar estos tratamientos.

- El humus extraído de los cuatro productos orgánicos ensayados produce considerables incrementos en el desarrollo de la parte aérea de las plantas de lechuga.

- El humus extraído de los cuatro productos orgánicos ensayados produce incrementos considerables en el desarrollo de la raíz de plantas de lechuga.

- El producto orgánico obtenido mediante el tratamiento de la turba con ácido nítrico produce un efecto altamente depresivo sobre el desarrollo de la planta de lechuga.

- Los productos orgánico-minerales preparados provocan una disminución de rendimiento de la parte aérea de la planta de lechuga.

- El producto orgánico-mineral preparado a partir de la turba tratada con agua oxigenada 55 vol. produce un gran incremento en el desarrollo radicular de la lechuga.

- Los productos ensayados dan lugar a pequeñas variaciones en el contenido en elementos minerales de la parte aérea de la planta de lechuga.

- Cuando se aplican las cuatro turbas tratadas a un suelo con fertilización mineral adecuada, se producen considerables aumentos de rendimiento de la parte aérea de las plantas de lechuga al comparar su acción con la de la turba sin tratar aplicada en las mismas condiciones.

- Cuando se aplican las cuatro turbas tratadas a un suelo con fertilización mineral adecuada, se producen grandes incrementos en el desarrollo de la raíz de la lechuga al comparar su acción con la de la turba sin tratar aplicada en las mismas condiciones.

- Se obtienen rendimientos en parte aérea superiores a los obtenidos con una fertilización mineral normal mediante la aplicación de los siguientes tratamientos: Fertilizante + Turba-agua oxigenada 55 vol.; Fertilizante + Turba-ác. sulfúrico y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono MSN-2.

- Se obtienen rendimientos de producción de raíz superiores a los obtenidos con una fertilización mineral normal al aplicar al suelo los tratamientos siguientes: -- Abono-agua oxigenada 55 vol., Fertilizante + Turba-ác. - sulfúrico; 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-agua oxigenada 55 vol., Fertilizante + Turba-agua oxigenada 55 vol. y 1/2 Fertilizante + 1/2 Abono-MSN-2.

C A L C U L O E S T A D I S T I C O

CALCULO ESTADISTICOFactores: A = Tratamientos

B = Bloques

Niveles de significación:

(...), (...), (.) significativo al nivel 0,1%, 1% y 5% de -
probabilidad respectivamente.

1º) Acción del humus sobre el crecimiento de plantitas de le-
chuga.

Parte aérea

<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de Cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	129,24	5	25,85	240,44***
B	1,12	4	0,28	2,60
<u>error experim.</u>	<u>2,15</u>	<u>20</u>	0,11	
Total	132,51	29		

Raíz

<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	304,78	5	60,95	278,18***
B	0,35	4	0,09	0,40
<u>error experim.</u>	<u>4,38</u>	<u>20</u>	0,22	
Total	309,51	29		

Peso fresco

<u>Parte aérea</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	54.141,20	19	2.849,54	67,14***
B	935,75	3	311,92	7,35
<u>error experim.</u>	<u>2.419,24</u>	<u>57</u>	<u>42,44</u>	
total	57.496,19	79		

<u>Raíz</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	17.864,45	19	940,23	60,10***
B	194,01	3	64,67	4,13
<u>error experim.</u>	<u>891,71</u>	<u>57</u>	<u>15,64</u>	
total	18.950,17	79		

<u>Planta completa</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	128.010,07	19	6.737,37	70,42***
B	1.955,57	3	651,86	6,81
<u>error experim.</u>	<u>5.453,81</u>	<u>57</u>	<u>95,68</u>	
total	135.419,45	79		

Humedad

<u>Parte aérea</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	41.755,70	19	2.197,67	62,09***
B	773,88	3	257,96	7,29
<u>error experim.</u>	<u>2.017,41</u>	<u>57</u>	<u>35,39</u>	
total	44.546,99	79		

<u>Raíz</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	11.104,26	19	584,43	62,15***
B	105,48	3	35,16	3,74
<u>error experim.</u>	<u>536,04</u>	<u>57</u>	<u>9,40</u>	
total	11.745,78	79		

<u>Planta completa</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	90.825,77	19	4.780,30	63,79***
B	1.402,01	3	467,34	6,24
<u>error experim.</u>	<u>4.271,27</u>	<u>57</u>	<u>74,93</u>	
total	96.499,05	79		

29) Experimento de invernaderoPeso seco

<u>Parte aérea</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	895,71	19	47,14	84,03***
B	9,09	3	3,03	5,40
<u>error experim.</u>	<u>31,97</u>	<u>57</u>	<u>0,56</u>	
total	936,77	79		

<u>Raíz</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	836,68	19	44,05	36,02***
B	15,11	3	5,04	4,12
<u>error experim.</u>	<u>69,69</u>	<u>57</u>	<u>1,22</u>	
total	921,69	79		

<u>Planta completa</u>				
<u>Fuente de variación</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Media de cuadrados</u>	<u>F</u>
A	3.379,22	19	177,85	70,08***
B	43,14	3	14,38	5,67
<u>error experim.</u>	<u>144,66</u>	<u>57</u>	<u>2,54</u>	
total	3.567,02	79		

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

- 1.- AZO and SAKAI. 1.963. Studies on the physiological effect of humic acid (Part I). Uptake of humic acid by crop plants and its physiological effects. Soil Plant Nutrition, n° 9.
- 2.- AVRAM, P., OLTEANU, N., DAVIDESCU, D. 1.959. Entrophic peat as an organic fertilizer for potatoes. An. Inst. - Cerc. Agron. Roman. 1.958, 26, 95-108.
- 3.- BADURA, L. 1.965. O mechanizmie "stymulujacego" wplywu humaniu sodowego na proces fermentacji alkoholowej i rozmazanie drożdży. Acta Soc. Bot. Polon. n° 14.
- 4.- BADUROWA, M., S. GOMINSKI and A. SUDER-MORAW. 1.967. Die Wirkung steigender Konzentrationen von Natriumhydrogenkarbonat in Wasserkulturen und die Gegenwirkung des Natriumhumats. Biologia Plantarum (Praha), n° 9.
- 5.- BAKHULIN, M.D. 1.949. Peat characteristics which determine its agricultural significance. Pochvovedenie 540-547.
- 6.- BIRECKI, M., BORUCKA-UBYSZ, L., ROSZAK, W. 1.963. Effect of the method of application of peat composted with farmyard manure on crop yields in light soils. Zesz. Probl. Postep. Nauk. Rol., 40B, 71-16.
- 7.- BLANCHET, R. 1.958. Actions directes et indirectes de la matiere organique humifiée, sur la nutrition des vegetaux vasculaires. An. Agro. 499-532.
- 8.- BOTTOMLEY, W. 1.914. Some accessory factors in plant growth and nutrition. Proc. Roy. Soc. 88, 237; (1.971) ibid, 89, 102, 481; (1919) ibid, 91, 83; (1.920) Ann. Bot, 34, 353.

- 9.- BRUNE, F. 1.947. Wie its der Torf als Dünger und Boden
verbesserungsmittel für Mineralböden zu bewerten. Z. --
PflErnähr, Düng, 38, 39-47.
- 10.- BURDICK, E.M. 1.961. Treating jumus materials, especially
for use as soil conditioners and fertilizers. U.S. 2, 992,
093.
- 11.- BURGE, W.D., BROOADBENT, F.E. 1.961. Fixation of ammonia
by organic soils. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 25: 199-204.
- 12.- BURRIEL, F., HERNANDO, V. 1.961. New method of determining
assimilable phosphorus in soils. Bull. Doc. 30, 44-55.
- 13.- CHAMINADE, R. et BLANCHET, R. 1.953. Action stimulante
de l'humus sur le developpment et la nutrition minerale
de la planta dans le sol. C.R. Acad. Sc. 236, 1, 119-121.
- 14.- COUSIN, J.M.H. 1.960. Fertilizer by dewatering of fermen-
tation residues. Fe. 1, 240, 451.
- 15.- CHEKALOV, K.I., TRUNINA, S.V., PLATONOVA, A.A. 1.965. Some
technological problems of the manufacture of concentrated
peat-mineral-ammonia fertilizes under field conditions.
Tr. Vses. Nauchn. Issled. Inst. Torf. Prom., 24, 33-58.
- 16.- CHROBOCZEK, E., MAKSIMOV, A. 1.962. Experiments on utili-
zation of muck and peat in plant production. I. Influence
of steam sterilization and formalin treatment and diffe-
rent fertilizers on fertility of muck soil in pot expe-
riments. Roczniki Nauk Rolniczych 85-A 351-391.
- 17.- CINCEROVA, A. 1.963. Der Einfluss von Bumussaure auf Wach-
stum und Verände rungen des freien Zuckergehaltes bei -
Winterpflanzen die im Dunkeln kultiviert wurden. Biologia
Plantarum, n° 6.

- 18.- CINCEROVA, A. 1.964. Effect of humic acid on transamination in winter wheat plants. *Biologia Plantarum*, nº 6.
- 19.- CZERWINSKI, W. 1.967. Znaczenie humaniu sclowego w kultu^{tu} rach wodnyck pod katen widzenia czynmika minimum. *Acta - Soc. Bot. Polon.* nº 59.
- 20.- DE KOCK, P.C. 1.955. *Science* 121, 473 (1.955).
- 21.- DE KOCK, P.C. 1.967. Interaction of major and minor elements. Mineral nutrition of plants. A symposium, University of British Columbia, nº 59.
- 22.- DIXIT, V.K. and KISHORE, I. 1.967. *Indian J. Sci. Ind.* 1, 202 (1.967).
- 23.- DORMAAR, J.F. 1.967. *Geoderma* 1, 37-45.
- 24.- DORMAAR, J.F. and LUTWICK, L.E. 1.968. *Can. Abs.* pag. 29.
- 25.- DRAGUNOV, S.S. 1.960. Theoretical basis for the production of peat humus fertilizers. *Sbornik Nauch. Teckh. Inform. Tsentral. Torfo-Bolotn. Opytn. Stantsii*, 8-14.
- 26.- DRAGUNOVA, A.F. 1.958. *Soil. Organic Matter*. 1.966.
- 27.- DUNCAN, D.B. 1.955. Multiple range and multiple F. test. *Biometrics*, 11, 1-50.
- 28.- D'YAKONOVA, K.V. 1.962. Iron-humus complexes and their role in plant nutrition. *Pochvovedeniye*, nº 7.
- 29.- D'YAKONOVA, K.V., MAKSIMOVA, A.E. 1.968. Humus substances of the most active component of organic fertilizers and their effect on plants. *Agrokimiya*, 10, 84-90.
- 30.- FARKASDI, G. 1.956. Untersuchungen über die Wirkung der granulierten Phosphordüngemittel auf die Mikroflora des Bodens. *Z. Pflärnähr. Düng.* 72, 248-254.

- 31.- FLAIG, W. 1.958. Transactions of the 2nd and 4th Commission of the Intern. Soc. of Soil. Sci., Hamburg, II, 11.
- 32.- FLAIG, W. 1.967. Überlegungen zum Aufstolfwechselaktiver Substanzen im Torf. Torfinstitut, Rostock, 4 Torf-Kolloquium DDR-VR, Polon, nº 1/16.
- 33.- FLAIG, W. 1.973. Slow releasing nitrogen fertilizer from the waste product, lignin sulphonates. Chemistry and Industry. 1.973. nº 12. 553-554.
- 34.- FLAIG, W. and E. SAALBACH. 1.956. Zur Kenntnis der Huminsäuren XII. Mitteilung; Untersuchungen über den Einfluse von Tymohydrochinon als Modellsubstanz von Vorstufen bzw. Abbauprodukten von Huminsäuren auf die Atmung von Getreide. Pflanzchernähr., Bodenk, nº 1.
- 35.- FLAIG, W. and SAALBACH, E. 1.959. Z. Pflanzanernahr Düng. Bodenk, 87, 229.
- 36.- FOKIN, A.S., SINKHA, M.K. 1.969. Binding of phosphate by soil humus. Izv.Timiyarzev, Sel'skokhoz. Akad. 1.969 (4), 171-181 (Ruas).
- 37.- FREEMAN, P.G. and FOWKES, W.W. 1.968. Coal-derived humus. Plant growth effects. Repart of investigations 7203. U.S. Department of the interior. Bureau of mines 7203.
- 38.- FUHR and SAUERBECK. 1.967. The uptake of colloidal organic substances by plants roots as shown by experiments with C^{14} labelled humus compounds. Isotopes in plant nutrition and physiology. Intern. Atomic Energy Agen. Vienna 1.967, 317-338
- 39.- GALUSHKA, A.M. 1.968. Preparation of organomineral fertilizers from peat by using liquid nitrogen containing industrial waste products. Torf. Prom. 45 (2), 18-20.
- 40.- GALLARDO-LARA, F., OLIVARES, J., CALLAO, V. 1.972. Estudio microbiológico en diversos "compost" de turba. I. Efecto del inóculo de estiércol y la fermentación a 28°C. Microb. -- Espa. (en prensa).

- 41.- GALLARDO-LARA, F., CALLAO, V., OLIVARES, S.J. 1.972. - Respuesta de la microflora de un suelo a la adición de diversos "composts" de turba. Cuad. C. Biol. (Enviado para su publicación).
- 42.- GANZ, S.N., MUNTIAN, T.G. 1.968. Preparation of nitrogen-carbon fertilizers. Izv. Vyssh. Uchb. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol., 11, (2), 181-184.
- 43.- GEWERKSCHAFT, V. 1.957. Fertilizer from peat and urea. Ger. 964 602 (cl. 16, 14).
- 44.- GORDON, M. 1.963. Granulated peat fertilizer mixtures. Ger. 1, 145, 193 (cl. 16).
- 45.- GRISHIN, P.V., NURISMALOVA, A.N., MINIBAEV, V.G. 1.964. Chemical composition of different peats of forest-covered microdepressions. Okul'turivanie i Rats. Ispolz. Pochv. i Udobrenii Sb., 71-73.
- 46.- GRISHKUN, E.V., USYNINA, V.A. 1.961. Chemical composition and biological activity of peat. Sb. Tr. Povolshsk. Lesotekhn. Inst. n° 55, 227-229.
- 47.- GUMINSKI, S. 1.957. Mechanizm i uslowia fisjologicznego diejstwa gumusowych wieszczestw na rastitcinyj organizm. Poczwowiedenke, n° 12.
- 48.- GUMINSKI, S., E. GUMINSKA, and J. SULEJ. 1.965. Effect of humate, agaragar, and EDTA on the development of tomato seedlings in aerated and nonaerated water cultures. J. - Exp. Bot. n° 16.
- 49.- GUMINSKI, S. and J. SULEJ. 1.967. La relation entre certaines qualités physicochimiques des composés humiques et leur activité biologique. Acta. Soc. Bot. Polon. n° 36.

- 50.- GUYON, G. 1.949. Solubilization d'acides humiques de la tourbe par compostage a la cianamide. C.R. Acad. Agric. 35, 404-405.
- 51.- HERNANDO, V., SANCHEZ-CONDE, M^a P., ORTEGA, B.C. 1.969. Acción del humato sódico sobre el desarrollo de diversas plantas. Anal. Edaf. y Agrob. XXVIII. n^o 11-12. Madrid.
- 52.- HERNANDO, V., ORTEGA, B.C. y FORTUN, C. 1.971. Inter. Congr. "Humus et Planta V" Praga.
- 53.- HEWITT, B.R. 1.968. The composition of tropical lowland peat sampled at Klang, Selangor, Malaysia, Proc. Linn. Soc. N.S. Wales, 92 (415), 266-272.
- 54.- HILL-GOTTINGHAM, D.G. and C.P. LLOYD-JONES. 1.965. Behaviour of iron chelating agents with plants. J. Expl. Bot. n^o 16..
- 55.- HILLITZER, A. 1.932. Uber den Einflyss der Humusstoffe auf das Wurzelwachstum, Beih. Bot. Zbl. 49, 467.
- 56.- HURWITZ, I.S., LACHOVER, D., PLAUT, M., GOLDIN, A. 1.955. Value of Huleh peat as pertilizer, II. Hassadeh, 35, 291-294.
- 57.- KALNINS, M. 1.962. Technology of the production of sodium humato from peat. Guminovye Udobr., Teoriya i Prakt. ikh - Primeneniya, Dnepropetr. Sel'skokhoz. Inst. Pt. II, 527-531.
- 58.- KAPLUNOVA, L.S., MYACHINA, M.N. 1.969. Effectiveness of ammonia water and peat-ammonia composts in Smolensk region conditions. Pochvy Dernovo-Podzol. Zony Ikh. Ratsion. Is-pol's, 162-171. Edite by Evdokimov, T.I. Izd. Mosk. Univ.: Moscow, USSR.

- 59.- KHRISTEVA, L.A. 1.953. Participation of humic acids and other organic substances in higher plant nutrition. *Pochvovedeniye*, n^o 10.
- 60.- KHRISTEVA, L.A. and LUK'YAMENKO, N.V. 1.962. *Soviet Soil Sci.* (English transl.), 1137 (1.962).
- 61.- KHRISTEVA, L.A., A. STAROSTINA, R. DINKINA, A. GOROVAYA, and V. ULITINA. 1.966. Theory of pshysiologically active substances. Symposium on plant stimulation. Abstracts of the Bulgarian Academy of Sciences. Sofia.
- 62.- KHRISTEVA, L.A., K. SOLOKHA, R. KINKINA, V. KOVALENKO, and A. GOROVAYA. 1.967. Influence of physiologically active substances in soil humus and fertilizers on nucleic acid conversion, plant growth, and their aftereffect on seed qualities in generations. Symposium IV "Humus et -- planta". Prague.
- 63.- KIVINEN, E., KAILA, A. 1.958. Peat as a source of nitrogen for plants in pot culture. *Maataloust. Aikak*, 30, -- 223-272.
- 64.- KONONOVA, M.M. 1.963. Soil organic matter. *Izd. Akad. - nauk SSSR*.
- 65.- KONONOVA, M.M. 1.966. Soil organic matter. 418.
- 66.- KONONOVA, M.M., I.V. ALEXANDROVA. 1.971. The effect of humus substances on the utilization of mineral nitrogen by plants. Transactions of the International Symposium "Humus et Planta" V. Praga 1.971.
- 67.- KROPISZ, A. 1.964. Transformation of carbon and nitrogenous compounds in peat-plant compost. *Roczniki Nauk Rolniczych*, Ser. A 88 (2), 173-192.

- 68.- KUDRYACHEV, A.I. 1.968. Effect of peat on the enzymic activity of light soils. Vestsi Akad. Navuk Belarus. SSR, Ser. Biyal. Navuk, 1, 49-52.
- 69.- KUKHARENKO, T.A. 1.955. The present state of our knowledge on the structure and properties of humic acids of mineral coals. Trudy Inst. geryuch. Iskopaem. 5, 11.
- 70.- KUMADA, K. and AIZABA, K. 1.958. The infrared spectro of humic acis. Soil and Plant Food. 3: 152-159.
- 71.- KUPRIYANOV, A., CHESALKINA, P., KRNIATYAN, T., KUDRYAVTSEVA E. 1.939. Methods for activating peat. Torfyyanye Udobreniya, Sbornik Rabot Tsentral. Torfyanoi Opyt. Stantsii, 8, 65-104.
- 72.- KURBATOV, I.M. 1.964. The role of organic sustances in - soils and peats in biological soil processes and root nutrition of plants. Fiziol. Obosnovanie Sistemy Pitaniya Rast. Akad. Nauk SSSR, Inst. Fisiol. Rast., 249-255.
- 73.- KYTS and TATKOVSKAYA, 1.967. Report at a session of the Polish Botanical Society. Poznan. 1.967.
- 74.- LISANTI, L.E. and W. ZIECHMANN. 1.965. Ricerce sulle sostanza umiehe in rappoto alia azione fisiologica sulle -- planta. Ricerce Scient. Parte 2, Ser. A, 4(2): 181.
- 75.- MACIAK, F. 1.962. Decomposition processes in activated peats. Zeszyty Probl. Postepow Nauk Rolniczych, n^o 34, - 169-197.
- 76.- MACIAK, F. 1.962. Decomposition process of raw and activated peat. Roczniki Nauk Rolnizych, Ser. F. 75, 343-370.
- 77.- MAEVSKAYA, L.M., SERGEEV, B.T., LASHNEV, V.I. 1.965. Activation of peat nitrogen. Vestn. Sel'skokhoz. Nauki, Min. Sel'sk. Khoz. SSR, 10 (6), 52-54.

- 78.- MAKSIMOV, A., GRUDZINSKI, Z. 1.952. The fertilizing value of ammoniated peat. Roczniki Nauk Rolniczych 66, Ser. A. 1, 65-75.
- 79.- MATE, S., AVRAM, P. 1.965. The value of peat as fertilizer. Anal. Inst. Cerc. Agron. Roman., Ser. B, 31, 23-32.
- 80.- MITEL'BERG, S.I. 1.957. Methods of increasing the effectiveness of peat-dung composts. Byull. Nauch. Tekh. Inform. Tsentr. Torfo-Bolot. Opyt. Sta. i, 43-48.
- 81.- MOISEEV, I.G. 1.953. Field experiments with alkaline -- peatmanure composts. Sbornik Nauch. Trudov Akad. Nauk - Beloruss. S.S.R., Inst. Sotsialist. Sel'khoz. n^o 2, 50-961.
- 82.- MORGUNOV, N.I., KOVALEV, V.F., ISAKOV, G.A. 1.964. Preparation of peat-mineral salt-ammonia fertilizers. U.S.S.R. 161, 786. From: Ryul. Isobret. i Tovarnykh Znakov (1.964) (8), 25.
- 83.- MORGUNOV, N.I., TRUNINA, Z.B. 1.965. The effect of ammonia liquor upon the agrochemical and biochemical properties of peat-mineral-ammonia fertilizers (PMAF). Tr. Vses. - Nauchn. Issled. Inst. Torf. Prom. n^o 24. 95-105.
- 84.- MOXHAM, R.B. 1.969. Fermented peat fertilizer. Brit. 1, 157, 349 (Cl. C 0 5f).
- 85.- NIGRO, G. 1.965. Ricerche sulla preparazione concimi umozotati per amonizzazione della ligniti. Nota II. Condizioni amonizzazione ed esperienze con diverse lignite e torbe italiane. Agrochimica IX, 334 (1.965).
- 86.- NIGRO, G. 1.967. Preparation of humic, nitrogenous fertilizers by the ammoniation of liquites. III reaction mechanism and agronomic characterization of the products. Agrochimica. 12 (1), 52-59 (1.967) Ital.

- 87.- NIKISHKINA, P.I. 1.948. The action of organo-mineral fertilizers on soil productivity. *Pochvovedenie*, 268-74.
- 88.- NIKLEWSKI, B. 1.931. Influence des elements colloïdoïes sur la production végétale. *Ann. Agron.* 3, 337-345.
- 89.- O'DONNELL, R.W. 1.973. The auxin-like effects of humic - preparations from leonardita. *Soil Sci.* 116, 106-111.
- 90.- ORTEGA, C., HERNANDO, V., SANCHEZ-CONDE, M.P. 1.968. Diferencias entre las acciones del ácido húmico extraído de un estiércol y el extraído de una turba sobre las plantas de maíz. *Inter. Atomic. Energy Agency (Viena)* pág. 541.
- 91.- ORTEGA, B.C., FORTUN, C., GARCIA, R. 1.973. Estudio de la acción de diferentes extractantes sobre la fracción húmica de un estiércol. *An. de Edaf. y Agrob.* tomo XXXII. Nums. - 7-8, 635-646.
- 92.- PALMER, R.W., WILSON, F.N. 1.966. Granular fertilizer containing peat and fertilizer salts. *Brit.* 1, 048 254 (cl.- 005f).
- 93.- PASCAL, P., LEOPOLDO, A., BONNEMAN, P. 1.943. Fertilizer from peat or lignite. *Fr.* 877, 865.
- 94.- PERIN, J.H. 1.965. Peat for agriculture. *Fr.* 1, 386, 436 (Cl. CQ,5f).
- 95.- POAPST, GENIER y SCHNITZER. 1.970 *Plant and Soil*, 32, 367.
- 96.- POAPST y SCHNITZER. 1.971. *Soil. Biol. Biochem.* 13, 215.
- 97.- POCHON, J., DE BARJAC, H. 1.958. *Traité de Microbiologie - des Sols.* Dunod. Paris.
- 98.- POKORNA, V., J. LUSTINEC, and E. PETROU. 1.963. Influence of Na-humate on the respiration of wheat roots and leaves. *Biologia Plantarum* nº 5.

- 99.- POZIN, M.E., KOPULEV, B.A., BEL'CHENKO, G.V., OBRUBA, P.
1.966. Cleaning gases of nitrogen oxides with the production of a fertilizer-nitrated peat. *Izv. Vysshikh Uchebn. Zavedinii, Khim. i Khim. Teknol*, 9, (2) 276-279.
- 100.- PRAT, S. 1.965. Permeability of plant tissues to humic - acids. *Biología Plantarum*. nº 5.
- 101.- PREININGER, H. 1.968. Ammonifying peat in a screw conveyer. *Ger. (East)* 60, 319 (C1, C 0, 5d).
- 102.- RAUHE, K., KOEPKE, V. 1.965. The use of low-moor peat as - fertilizer. *Albrecht-Thaer-Arch.* 9, 661-676.
- 103.- ROCHUS, W. 1.967. The effect of humic substances on the - growth of tomato plants. "Studies about humus". "Simp. Humus et Planta IV" 1.967. 281-285.
- 104.- RUSSEL, E.J. . Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Aguilar S.A. Ediciones.
- 105.- RUIZ AMIL, M. y FLAIG, W. 1.960. Influencia de la timohidroquinona sobre el metabolismo de carbohidratos en algunas dicotiledóneas. *An. Edaf. y Agrob.* XIX nº 1.
- 106.- RYPACEC, V. 1.967. Biological activity of isolated humic - acids in relation to the time and method of storing. Symposium "Humus et Planta IV" Praha.
- 107.- RYASHENTSEV, K.V., SOLOPOV, S.G., GVOZDEV, V.D. MONOGOVA, L.M., KORNILOV, G.N., TSVETKOV, V.I. 1.966. Production of a new peat fertilizer geksatorf. *Prom.*, 43(7), 28-30.
- 108.- RYDALEVSKAYA, M.D. NIKOLAEVA, T.A. 1.956. Loss of nitrogen and organic matter during peat composting. *Uchenye Zapiski Leningrad. Gosudarst. Univ.* nº 221. Ser. Biol. Nauk nº 42, 141-149.

- 109.- RYONOSUKE, A. 1.967. Preparation of an organic conditioner from peat moss. U.S. e, 321, 296 (Cl. 71-24).
- 110.- SAALBACH, E. 1.955. Der Einfluss der Tynhydrochinons als Modellsubstanz Von Vorstufen vzw. Ablauprodukten vob Huminsäuren auf die Keimung von Getreide. Proc. Nat.Ac. Sc. India, 24 (AII), 142-145.
- 111.- SAITO, H. TORII, Y., NODA, T. 1.950. Ammoniated peat fertilizer. II. Dry method of oxidation of peatswith ammonia-air mixture. J. Chem. Soc. Japan, 53, 20-22,
- 112.- SHEFFER, F., ZIECHMANN, and V. ROCHUS. 1.962. Die Beeinflussung von Phosphatase aktivitäten durch Huminstoffe. Naturwiss, 19.
- 113.- SCHMID, G. and W. FLAIG. 1.962. Pflanzenstoffwechsel und Wirkstoffe; Landbauforschung Volkenrode, n° 3.
- 114.- SCHNITZER, M. and DESJARDINS, J.C. 1.965. Can. J. Soil. - Sci. 257.
- 115.- SCHNITZER, M. y GUPTA, U.C. 1.965. Soil. Sci. Amer. Proc. 29: 274-277.
- 116.- SCHNITZER, M. and POAPST. 1.967. Effect of a soil humic compound on root initiation. Nature n° 213.
- 117.- SCHNITZER, M., SHEARER y WRIGHT. 1.959. Soil. Sci. 87, 252.
- 118.- SHIGENORI, T. 1.967. Soil conditioning agent. Brit. 1, 058 763 (Cl. C 07 g).
- 119.- SHIZUNORI, M. 1.951. Granulated fertilizer containing organic matter. Japan. 2967.
- 120.- SLADKY, Z. 1.959. Biología Plantarum 1, 142 (1959).
- 121.- SMIDOVA, M. 1.960. Influence of humic acid on the respiration of plant roots. Biologia Plantarum n° 2.

- 122.- SOCHTIG, H. 1.967. About the influence of humic substances on the nitrification and the uptake of nitrate by -- plants. Symposium "Humus et Plants IV" Praha.
- 123.- STEINBRENNER, K. 1.965. Effect of different physiological conditions and carbon contents of the soil on the number of microorganisms. Zentr. Bakteriolog. Parasitenk. Abt. II, 119 (5), 448-455.
- 124.- STRYGIN, N.N. RUBILINA, G.E. 1.961. Heat treatment and spontaneous heating as method for improving the effectiveness of peat fertilizers. Tr. Vses. Nauchn. Issled. Inst. Torf. Prom. 18, 76-92.
- 125.- TISHCHENKO, V. and RYDALEVSKAYA, M. 1.936. An attempt at the chemical study of humic acids of different soil types. Dokl. Akad. Nauka SSSR 4.
- 126.- TISHKOVICH, A.V. 1.961. The production of peat-mineral-ammonia-fertilizers. Ispol'z. Torfa v Narodn. Khoz., Minsk, Sb. 124-128.
- 127.- TREE, S.B. 1.969. Horticultural compost. Brit. 1, 155, 327 (Cl. C O 8 f).
- 128.- TRISHIN, G.P. 1.939. The effect of peat fertilizers on the oxidation reduction processes in the soil. Trudy Len. Torfyanog Opornogo Punkta, n° 1, 74-86.
- 129.- VASKNIL, P.A., MANORIK, A.V. 1.954. The enrichment of dung and the use of biologically enriched compost. Agrobiologiya n° 3, 24-33.
- 130.- VAUGHAN, D. 1.967. Effect of humic acid on the development of invertase activity in slices of beetroot tissue washed under aseptic conditions. Symp. "Humus et Plants IV" Praha.

- 131.- VAUGHAN, D.I.R., MAC DONALD, and J.S.D. BACON. 1.965. An in vitro effect of humic acids on plant tissue under aseptic conditions. Biochem. J. n^o 96.
- 132.- VLASOV, N.A. MIKNAILOVA, A.I. 1.971. The influence of eval humic fertilizers upon the content of microelements in -- soil anal plants. Transactions of the International Symposium "Humus et Plants V" Praga 1.971.
- 133.- VOZNYUK, S.T., NOVIKOVA, L.D. 1.966. Availability and utilization of peat nitrogen an organic fertilizer. Agrokhim. Gruntozn. n^o 2. 98-103.
- 134.- VYSHINSKII, A.M. 1.958. The effectiveness of peat-dung -- compost prepared in various ways. Vopr. Razvit. Sel. Khoz. Poles'ya, Akad, Nauk Ukrain. SSR 1.956. 81-90.
- 135.- VYSHINSKII, A.M., ZAKIRKOVA, M.P. 1.958. Compost treated with ammonia. Udobr. Urozh. n^o 12. 19-22.
- 136.- WAKSMAN, S.A., STEVENS, K.R. 1.928. Contribution to the chemical nature of organic complexes in peat and methods of analysis. Soil. Sci. 26, 113-137.
- 137.- WAKSMAN, S.A., STEVENS, K.R. 1.929. Contribution to the -- chemical composition of peat. V. The role of microorganisms in peat formation and decomposition. Soil. Sci. 28, 315-340.
- 138.- YARCHUK, I.I., SALUSHKA, A.M., SLUZKO, A.M., AIZIKOVITCH, L.E., STAROSTINA, M. 1.971. Utilization of some and industrial waste as raw material for humic fertilizer production. Transactions of the International Symposium "Humus et Plants V". Praga 1.971.

- 139.- ZALYS, A. 1.962. Prospective application of various peat fertilizers for the cultivation of light soils. Trudy Litov. Nauch. Issled. Zemled. 6, 223-257.
- 140.- ZYUKIN, F.S., SAVENKO, I.V. 1.959. Experimental industrial production of peat fertilizers in the factories of the -- Moscow Region Council of National Economy. Toryanaga. -- Prom. 36, n^o 6, 4-8.

. O O